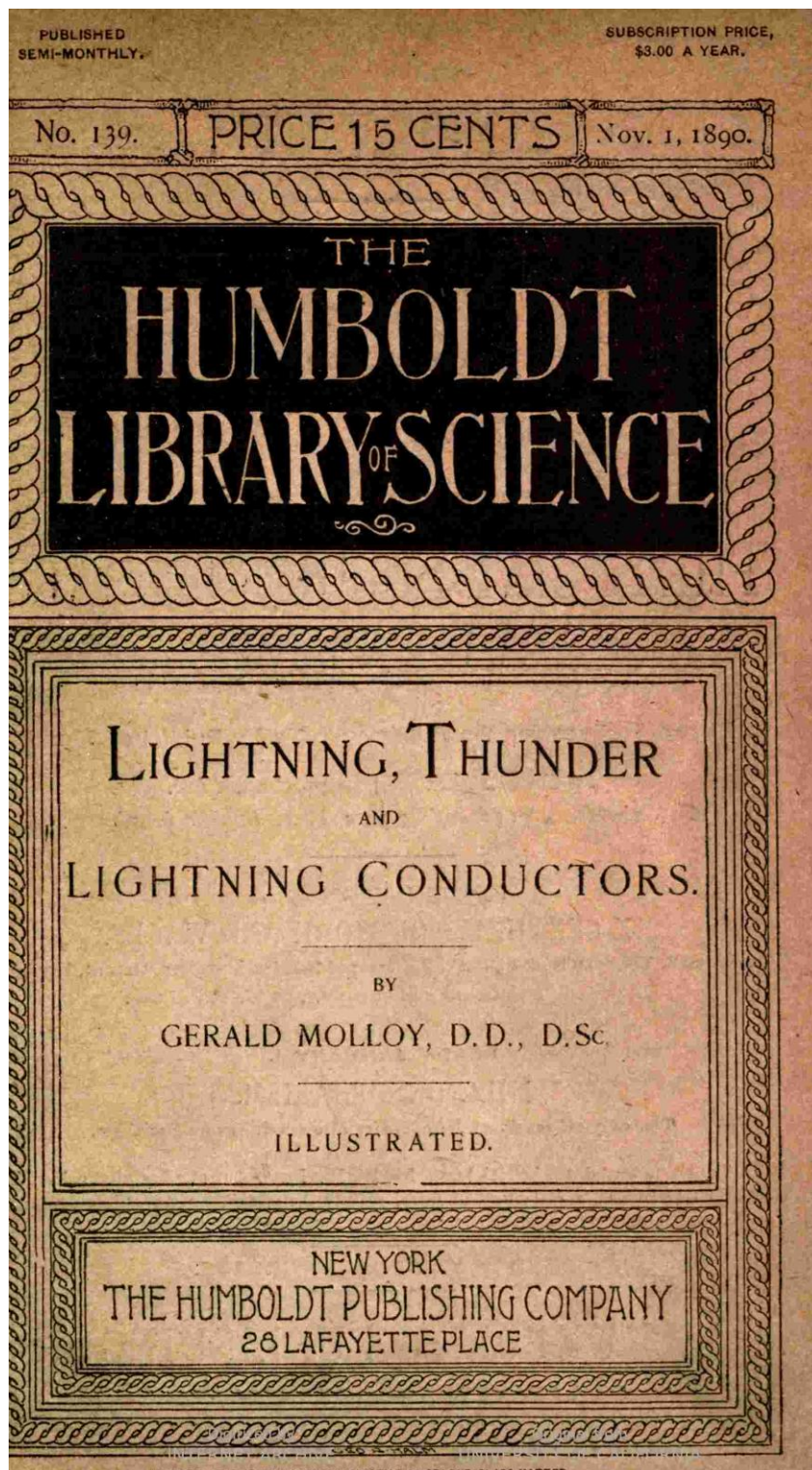


Молния, гром и громоотводы

Джеральд Моллой



Электронная книга проекта Гутенберга о молнии, грома и громоотводах

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Молния, гром и громоотводы

Автор: Джеральд Моллой

Дата выхода: 15 сентября 2022 г. [Электронная книга № 68994]

Последнее обновление: 19 октября 2024 г.

Язык: Английский

Оригинальная публикация: США: Издательство Гумбольдта, 1890

Кредиты: deaurider и команда онлайн-корректоров по адресу <https://www.pgdp.net> (Эта книга была подготовлена на основе изображений, предоставленных цифровой библиотекой HathiTrust.)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "МОЛНИЯ, ГРОМ И ГРОМООТВОДЫ"

Молния, гром И громоотводы.

С ПРИЛОЖЕНИЕМ, ПОСВЯЩЕННЫМ НЕДАВНЕМУ СПОРУ О ГРОМООТВОДАХ.

АВТОР: ДЖЕРАЛЬД МОЛЛОЙ, доктор медицинских наук

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ.



НЬЮ-ЙОРК:
ИЗДАТЕЛЬСТВО ГУМБОЛЬДА,
ЛАФАЙЕТ-ПЛЕЙС, 28.

Молния, гром и громоотводы.

Содержание.

ЛЕКЦИЯ I.

Страницы 5-26

МОЛНИЯ И ГРОМ.

Идентичность молнии и электричества—Эксперимент Франклина—Фатальный эксперимент Ричмана—Непосредственная причина молнии—Иллюстрация из электрической искры—Что такое вспышка молнии—Продолжительность вспышки молнии—Эксперименты профессора Руда—Эксперименты Уитстоуна—Эксперимент с вращающимся диском—Яркость вспышки молнии—Различные формы молнии—Раздвоенная молния, Листовая молния, Шаровая

молния—St. Огонь Элмо—Экспериментальная иллюстрация—Происхождение молнии—Продолжительность вспышки молнии—Физическая причина грома—Раскаты грома—Последовательность раскатов—Изменение интенсивности—Расстояние вспышки молнии

ЛЕКЦИЯ II.

Страницы 26-53

ГРОМООТВОДЫ.

Разрушительное действие молнии—Разрушение зданий—Разрушение кораблей в море—Разрушение пороховых погребов—Экспериментальные иллюстрации—Разрушение жизни молнией—Обратный удар—Громоотводы Франклина—Внедрение громоотводов в Англии—Битва шаров и поинтов—Функции громоотвода—Состояние громоотвода—Вред, причиняемый плохими проводниками—Пагубные последствия плохого контакта с Землей—Опасность от конкурирующих проводников—Изоляция громоотводов—Личная безопасность во время грозы—Практические правила—Безопасность, обеспечиваемая громоотводами

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Страницы 55-62

НЕДАВНИЕ СПОРЫ О ГРОМООТВОДАХ.

Теория громоотводов, подвергнутая сомнению—Лекции профессора Лоджа—Краткий отчет о его взглядах и аргументах—Эффект самоиндукции на громоотвод—Эксперимент с разрядом Лейденской банки—Только внешняя оболочка громоотвода действует как проводник—Обсуждение на собрании Британской ассоциации, сентябрь 1888 г.—Заявление мистера Приса—Лорда Рэлея и сэра Уильяма Томсона—профессора Роуланда и профессора Форбса—М. де Фонвиля, сэра Джеймса Дугласа и мистера Саймонса—Ответ профессора Лоджа—Заключительные замечания профессора Фитцджеральда, президента раздел—Краткое изложение, Показывающее текущее состояние вопроса

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ.

	СТРАНИЦА
Электрическая искра: разновидность вспышки молнии,	8
Картонный диск с черно-белыми секторами; видимый в состоянии покоя,	12
Тот же диск; Видимый при быстром вращении,	12
Разряд щетки, иллюстрирующий Огонь Святого Эльма,	17
Происхождение последовательных раскатов Грома,	22
Изменения интенсивности при раскатах грома,	24
Разряд батарейки Лейденской банки по тонким проводам,	27
Стеклянный сосуд, разбитый разрядом Лейденской Батарейка Jar,	32
Пистолетный хлопок, подожженный электрической искрой,	33
Пистолет Вольты; Взрыв, вызванный электрической искрой,	34
Иллюстрированный обратный удар,	35
Защита от молнии замкнутым проводником,	48
Эффект индукции разряда Лейденской банки,	56

ЛЕКЦИЯ I. МОЛНИЯ И ГРОМ.

Электричество, вырабатываемое обычной электрической машиной, проявляет при определенных условиях явления, которые имеют поразительное сходство с явлениями, сопровождающими молнию. В обоих случаях происходит вспышка света; в обоих случаях раздается звук, который в случае молнии мы называем громом; и в обоих случаях выделяется сильный жар, способный поджечь горючие тела. Далее, искра от электрической машины распространяется в пространстве с необычайной скоростью, как и вспышка молнии; искра движется зигзагообразно, как и вспышка молнии; искра движется бесшумно и безвредно по металлическим стержням и прочным проводам, в то время как она с разрушительным эффектом прокладывает себе путь по плохим проводникам, и то же самое происходит со вспышкой молнии. Наконец, электричество машины способно вызвать сильный шок в человеческом теле; и мы знаем, что молния вызывает шок настолько сильный, что обычно вызывает немедленную смерть. По этим причинам ученые долгое время предполагали, что молния по своей природе идентична электричеству; и что она отличается от электричества наших машин только тем, что существует в более мощной и разрушительной форме.

Идентичность молнии и электричества.—Но продемонстрировать истинность этой гипотезы прямым экспериментом было предоставлено знаменитому Бенджамину Франклину. Впервые ему пришла в голову идея извлекать электричество из грозовой тучи таким же образом, как оно извлекается из проводника электрической машины. Для этой цели он предложил разместить нечто вроде караульной будки на вершине высокой башни и установить на караульной будке металлический стержень, выступающий на двадцать или тридцать футов вверх, заостренный на конце и не имеющий электрической связи с землей. Он предсказал, что, когда над башней пройдет грозовая туча, металлический стержень зарядится электричеством и что наблюдатель, находящийся в будке часового, может по своему желанию извлечь из него сноп электрических искр.

С великодушием действительно великого человека Франклин обнародовал этот проект миру, больше заботясь о расширении сферы науки новыми открытиями, чем о том, чтобы закрепить за собой славу того, кто их сделал. Проект был изложен в письме мистеру Коллинсону из Лондона, датированном 29 июля 1750 года, и которое в течение года или двух было переведено на основные языки Европы. Два года спустя эксперимент, предложенный Франклином, был проведен месье Далибаром, богатым человеком науки, на его вилле близ Марли-ла-Виль, в нескольких милях от Парижа. Посреди возвышенной равнины месье Далибар установил железный прут сорока футов в длину, одного дюйма в диаметре и заканчивающийся сверху острым стальным наконечником. Железный стержень опирался на изолирующую опору и удерживался на месте с помощью шелковых шнуров.

В отсутствие месье Далибара, которого дела вызвали в Париж, за этим устройством присматривал старый драгун по имени Коффье; и днем десятого мая 1752 года он высек искры из нижнего конца стержня в то время, когда над окрестностями проплывала грозовая туча. Сознывая важность, которую придадут этому явлению, старый драгун со всей поспешностью

вызвал настоятеля Марли, чтобы тот пришел и стал свидетелем этого. Настоятель прибыл без промедления, и за ним последовали некоторые из главных жителей деревни. В присутствии небольшой группы, собравшейся таким образом, эксперимент был повторен — из железного стержня снова в быстрой последовательности были извлечены электрические искры; предсказание Франклина сбылось в точности; и миру впервые была продемонстрирована идентичность молнии и электричества.

Эксперимент Франклина. Тем временем Франклин с нетерпением ждал завершения строительства башни Крайстчерч в Филадельфии, на которой он намеревался сам провести эксперимент. Говорят, он даже собирал деньги, чтобы ускорить строительство. Но, несмотря на его усилия, строительство башни продвигалось медленно; и его деятельный ум, который плохо переносил промедление, придумал другой способ, замечательный как своей простотой, так и полным успехом. Он смастерил воздушного змея для мальчика, используя, однако, шелковый носовой платок вместо бумаги, чтобы тот не повредился от дождя. К верхушке воздушного змея он прикрепил заостренную железную проволоку длиной около фута и снабдил его мотком пеньковой бечевки, которая, как он знал, является проводником электричества, для полета. Это был аппарат, с помощью которого он предложил исследовать природу грозового облака.

Грозовая туча набежала ближе к вечеру четвертого июля 1752 года, и Франклин вышел на прогулку со своим воздушным змеем в сопровождении сына, захватив с собой обычный ключ от двери и лейденскую банку. Вскоре воздушный змей был высоко в воздухе, и философ ожидал результата своего эксперимента, стоя со своим сыном под навесом коровника, отчасти для того, чтобы защититься от надвигающегося дождя, а отчасти, как говорят, чтобы оградить себя от насмешек прохожих, которые, не сочувствуя его философским рассуждениям, могли счесть его сумасшедшим. Чтобы защититься от опасности получить вспышку молнии через свое тело, он держал воздушного змея с помощью шелковой ленты, которая была привязана к ключу от двери, причем сам ключ был прикреплен к нижнему концу пеньковой бечевки.

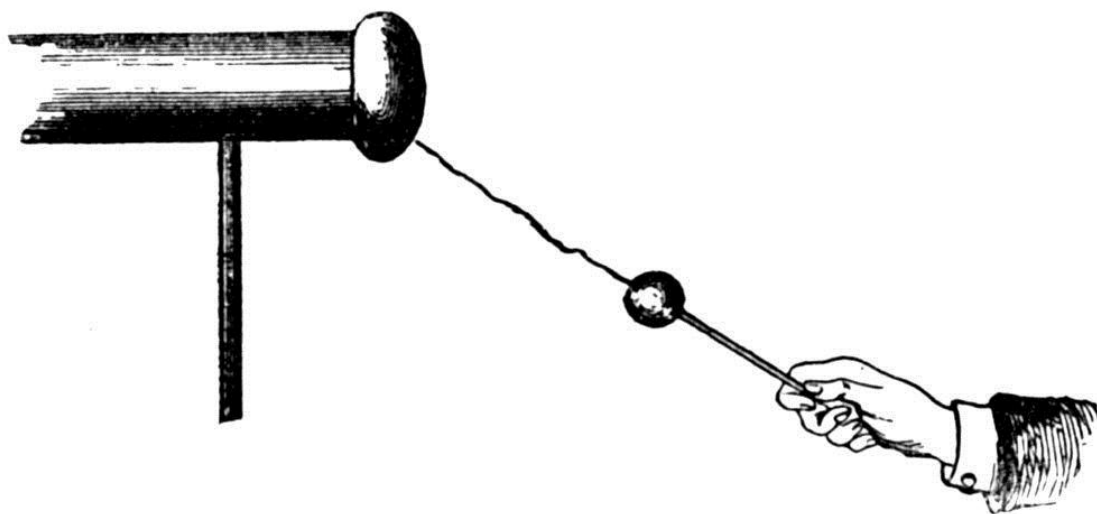
Вскоре из облака сверкнула молния, потом вторая, и третья; но ни в воздушном змее, ни в пеньковом шнуре, ни в ключе не было заметно никаких признаков электричества. Франклин уже почти начал отчаиваться в успехе, как вдруг заметил, что тонкие волокна шнура начали топорщиться, точно так же, как если бы его поместили рядом с работающей электрической машиной. Он поднес ключ от двери к ручке лейденской банки, и между ними пробежала искра. Вскоре начался ливень; шнур, намокший под дождем, стал лучшим проводником, чем был раньше, и искры сыпались более свободно. Этими искрами он зарядил лейденский сосуд и обнаружил, к своему величайшему восторгу, что может продемонстрировать все явления электричества с помощью молнии, которую он извлек из облаков.

В следующем году аналогичный эксперимент с еще более поразительными результатами был проведен во Франции де Ромасом. Хотя говорят, что он ничего не знал о том, что Франклин делал в Америке, он тоже пользовался воздушным змеем; и, чтобы сделать бечевку лучшим проводником, он переплел с ней тонкую медную проволоку. Затем, запустив своего воздушного змея обычным способом, когда он поднялся на высоту около 550 футов, он высек из него искры, которые, как нам сказали, были более девяти футов длиной, и издал звук, похожий на пистолетный выстрел.

Роковой эксперимент Ричмана. Не может быть никаких сомнений в том, что эксперименты такого рода, проводимые с электричеством грозовой тучи, были чрезвычайно опасны; и это

вскоре было доказано несчастным случаем со смертельным исходом. Профессор Рихман из Санкт-Петербурга установил на крыше своего дома заостренный железный стержень, нижний конец которого переходил в стеклянный сосуд, предназначенный, как нам сообщили, для измерения силы заряда, который он ожидал получить от облаков. Шестого августа 1753 года, заметив приближение грозы, он поспешил к своему аппарату; и когда он стоял возле него, склонив голову, чтобы понаблюдать за эффектом, вспышка молнии прошла сквозь его тело и убила его на месте. Эта катастрофа привлекла внимание общественности к опасности подобных экспериментов и дала повод высказыванию Вольтера: “Есть некоторые великие лорды, к которым мы всегда должны обращаться с крайней осторожностью, и молния - один из них”.^[1] С этого времени практика проведения экспериментов непосредственно с молниями в облаках, по-видимому, была, по общему согласию, оставлена.

Непосредственная причина возникновения молнии.— А теперь, представив перед вами некоторые из наиболее запоминающихся экспериментов, с помощью которых была продемонстрирована идентичность молнии и электричества, я попытаюсь дать вам четкое представление о непосредственной причине возникновения молнии, насколько этот предмет понятен в наши дни ученым. Вы знаете, что есть два вида электричества, которые называются *положительным* и *отрицательным*; и что каждое из них отталкивает электричество того же вида, что и само по себе, в то время как притягивает электричество противоположного вида. Итак, каждое грозовое облако заряжено электричеством того или иного вида, положительным или отрицательным; и, когда оно нависает над землей, оно вырабатывает, посредством того, что называется *индукцией*, или влиянием, электричество противоположного вида в той части земли, которая находится непосредственно под ним. Таким образом, мы имеем два тела — облако и землю, — заряженные противоположными видами электричества и разделенные слоем атмосферы. Два противоположных электричества сильно притягиваются друг к другу; но какое-то время им мешает столкнуться промежуточный слой воздуха, который не является проводником электричества и действует как барьер между ними. Однако по мере того, как электричество продолжает накапливаться, притяжение становится все сильнее и сильнее, пока, наконец, оно не становится способным преодолеть сопротивление этого барьера; тогда между облаком и землей происходит мощный разрывной разряд, и вспышка молнии является следствием разряда.



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ИСКРА; РАЗНОВИДНОСТЬ ВСПЫШКИ МОЛНИИ.

Весь этот феномен можно проиллюстрировать в небольшом масштабе с помощью электрической машины Карре, которую вы видите перед собой. Когда мой ассистент поворачивает ручку машины, в том большом латунном цилиндре, который в нашем эксперименте будет представлять грозовую тучу, вырабатывается отрицательное электричество. На расстоянии пяти или шести дюймов от цилиндра я держу латунный шарик, который находится в электрической связи с землей через мое тело. Наэлектризованный латунный цилиндр действует индуктивно, или воздействует на латунный шар, и вырабатывает в нем, как и в моем теле, заряд положительного электричества. Итак, положительное электричество шара и отрицательное электричество цилиндра взаимно притягивают друг друга, но промежуточный слой воздуха оказывает сопротивление, которое препятствует возникновению разряда. Мой ассистент, однако, продолжает работать с машиной; два противоположных электричества быстро накапливаются на цилиндре и шарике; наконец их взаимное притяжение становится достаточно сильным, чтобы преодолеть сопротивление, установленное между ними; следует разрывной разряд, и в тот же момент видно, как проходит искра, сопровождаемая резким щелчком.

Эта искра - миниатюрная вспышка молнии, а щелкающий звук - уменьшенный раскат грома. Более того, в тот момент, когда проходит искра, вы можете заметить легкое конвульсивное движение в моей руке и запястье. Это конвульсивное движение представляет собой, в небольшом масштабе, сильный шок, обычно смертельный для жизни, который вызывается вспышкой молнии, когда она проходит через тело.

Я могу продолжать извлекать искры из проводника до тех пор, пока машина работает; и интересно наблюдать, что эти искры движутся нерегулярно зигзагообразно, точно так же, как это делает молния. Причина в обоих случаях одна и та же: разряд между двумя наэлектризованными телами происходит по линии наименьшего сопротивления; и из-за меняющегося состояния атмосферы, а также мельчайших частиц вещества, плавающих в ней, линия наименьшего сопротивления почти всегда представляет собой зигзагообразную линию.

Что такое вспышка молнии.— Таким образом, молнию можно представить как электрический разряд, внезапный и сильный по своему характеру, который происходит в атмосфере между двумя телами, сильно заряженными противоположными видами электричества. Иногда этот электрический разряд проходит, как я уже говорил, между облаком и землей; иногда он проходит между одним облаком и другим; иногда, в меньшем масштабе, он имеет место между огромной массой облака и его удаленными фрагментами.

Но, если вы спросите меня, в чем состоит сам разряд, я совершенно не смогу вам ответить. Обычно говорят и пишут на эту тему так, как если бы электричество было материальной субстанцией, очень тонкой жидкостью, и как будто в момент разряда эта жидкость проходит подобно быстрому потоку от тела, которое положительно наэлектризовано, к телу, которое наэлектризовано отрицательно. Но мы всегда должны помнить, что это всего лишь условный способ выражения, предназначенный главным образом для того, чтобы помочь нашим концепциям и помочь нам говорить о явлениях. Он даже не претендует на то, чтобы представлять объективную истину. Все, что мы знаем наверняка, это то, что непосредственно перед разрядом два тела сильно наэлектризованы противоположными видами электричества; и

что сразу после разряда обнаруживается, что они вернулись к своему обычному состоянию или, по крайней мере, стали менее наэлектризованными, чем были раньше.

Часто предполагается, что вспышка света, сопровождающая электрический разряд, является самым электричеством, переходящим от одного тела к другому. Но это не так; это просто эффект, производимый разрядом. Тепло вырабатывается за счет расхода электрической энергии при преодолении сопротивления, оказываемого атмосферой; и это тепло настолько интенсивно, что создает яркое свечение вдоль пути разряда. Когда, например, между проводником машины и этим латунным шариком возникает искра, можно с помощью весьма убедительных доказательств показать, что мельчайшие частицы этих твердых тел сначала превращаются в пар, а затем начинают сильно нагреваться. Газы, из которых состоит воздух, и твердые частицы, плавающие в воздухе, также накаляются. То же самое и с молнией; вспышка света возникает из-за сильного нагрева, выделяемого электрическим разрядом, и своим характером обязана составу и плотности атмосферы, через которую проходит разряд.

Продолжительность вспышки молнии.—Как долго длится вспышка молнии? Осмелюсь сказать, вам известно, что когда на глаз воздействует свет, это впечатление сохраняется в течение разумного промежутка времени, не менее десятой доли секунды, после того, как источник света был погашен или удален. Следовательно, мы фактически продолжаем видеть свет, по крайней мере, в течение десятой доли секунды после того, как свет прекратился. Теперь, если вы подумаете, насколько краток момент, в течение которого видна вспышка молнии, и если вы вычтете десятую долю секунды из этого краткого момента, вы сразу увидите, что период ее фактической продолжительности должен быть действительно очень коротким.

Точная продолжительность вспышки молнии - это вопрос, по которому ученые до сих пор не пришли к единому мнению. Действительно, совсем недавно высшими должностными лицами были сделаны самые разные заявления по этому вопросу, каждое из которых, по-видимому, говорило с непоколебимой уверенностью. Так, например, профессор Mascart описывает эксперимент, в котором он говорит, было принято Уитстона, и который показал, что вспышка молнии длится меньше *одной*тысячной доли секунды;^[2] профессор Эверетт описывает тот же эксперимент, не сказав, от кого оно было сделано, и дает, в результате, что “продолжительность освещенность молнией-это, конечно, меньше, чем *десяти*-тысячной секунды;”^[3] Профессор Тиндаль, в своей живописной дорожке, говорит нам, что “вспышка молнии пронзает облака, появляющиеся и исчезающие в менее чем *сто*-тысячной секунды;”^[4] , а по словам профессора таит в Эдинбурге, “Уитстона показал, что молнии, конечно, длится меньше *миллионной* доли секунды.”^[5]

Эксперименты профессора Руда.Я не могу сказать, какое из этих утверждений лучше всего подтверждается фактическими наблюдениями; поскольку ни один из авторов, которых я цитировал, не дает никаких ссылок на оригинальные мемуары, из которых взято это утверждение. Что касается моего собственного чтения, то я наткнулся только на одну оригинальную запись экспериментов, проведенных непосредственно над самой вспышкой молнии с целью определения периода ее продолжительности. Эти эксперименты были проведены профессором Огденом Рудом из Колумбийского колледжа в Нью-Йорке в период с 1870 по 1873 год и опубликованы в *Американском журнале науки и искусств*.^[6]

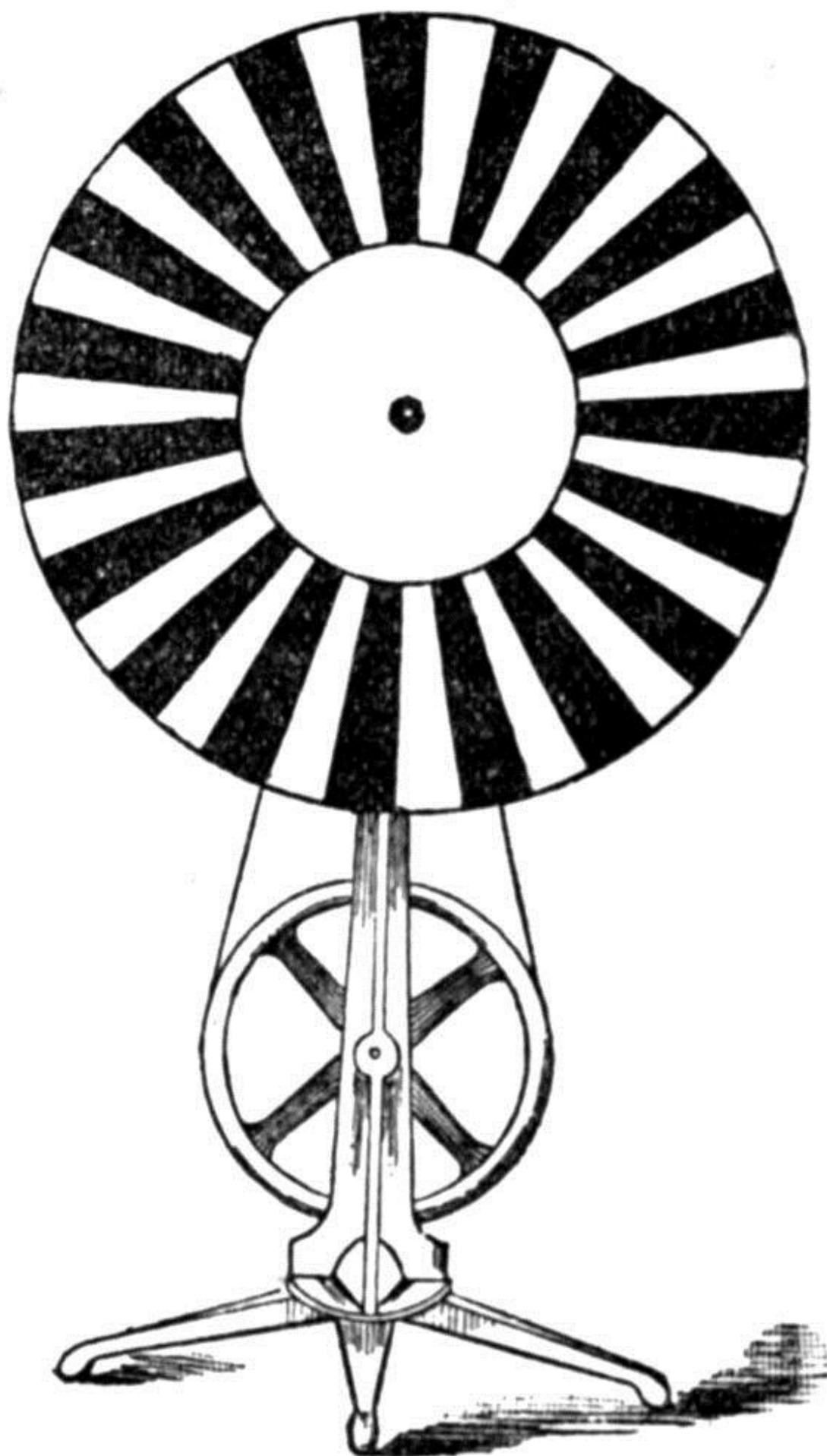
Для описания его аппарата и подробностей его наблюдений я должен отсылать вас к самим мемуарам; но я могу вкратце сказать вам, что результаты, к которым он пришел, если они будут

приняты, должны привести к существенному изменению взглядов, которых ранее придерживались по этому вопросу. Во-первых, он убедился, что то, что кажется глазу одиночной вспышкой молнии, обычно, если не всегда, носит множественный характер; фактически состоит из последовательности отчетливых вспышек, которые следуют одна за другой с такой быстротой, что оставляют непрерывный отпечаток на сетчатке. Затем он приступил к приблизительному измерению продолжительности этих нескольких составляющих вспышек; и он обнаружил, что она варьировалась в широком диапазоне, составляя иногда полную двадцатую долю секунды, а иногда меньше шестнадцатой сотой секунды.

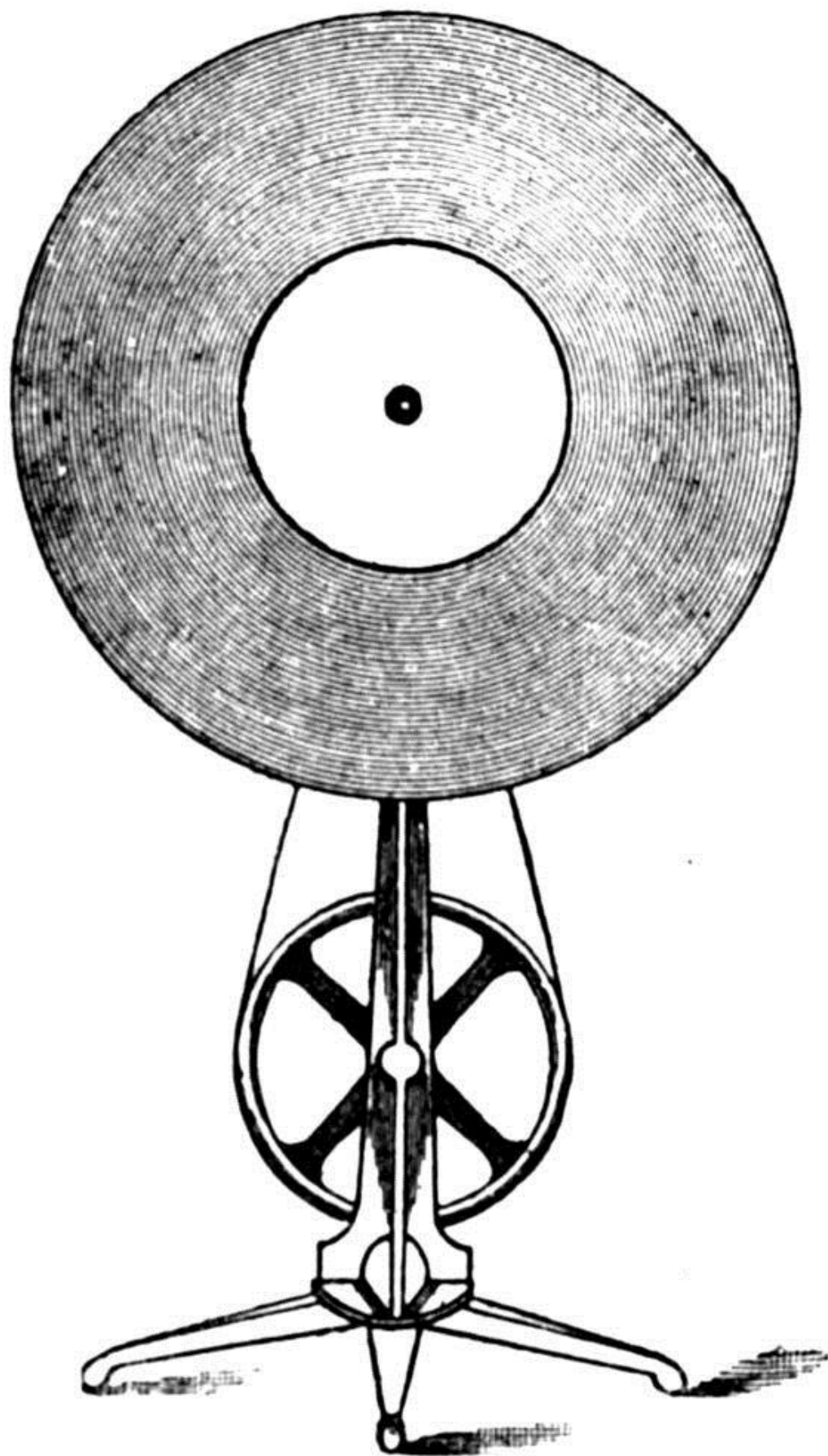
Эксперименты Уитстона.—Эти результаты чрезвычайно интересны; но мы вряд ли можем считать их окончательно установленными, пока они не будут подтверждены другими наблюдателями. Могу заметить, однако, что они очень хорошо согласуются с экспериментами, проведенными профессором Уитстоуном много лет назад по продолжительности электрической искры, которая, как я уже говорил вам, представляет собой миниатюрную вспышку молнии. В этих классических экспериментах, точность которых не оставляет желать лучшего, профессор Уитстоун показал, что искра, взятая непосредственно из лейденской банки, или искра, взятая из проводника мощной электрической машины, то есть точно такая искра, какую вы видели здесь сегодня, длится менее миллионной доли секунды.

Но он также показал, что продолжительность искры значительно увеличивается, когда на пути разряда вводится сопротивляющийся провод. Так, например, когда разряд из лейденской банки пропускали через медную проволоку длиной в полмили с перерывами через определенные промежутки времени, было обнаружено, что искры, появляющиеся при этих перерывах, длились $\frac{1}{24000}$ секунды.^[7] Следовательно, мы, естественно, должны ожидать, что период освещения будет еще больше увеличен в случае вспышки молнии, где возникающее сопротивление значительно больше, чем в любом из экспериментов, проведенных Уитстоуном.^[8]

Эксперимент с вращающимся диском.— В случае, подобном настоящему, было бы утомительно вдаваться в описание прекрасного и остроумного метода исследования Уитстона, с помощью которого были установлены вышеупомянутые факты; но я покажу вам гораздо более простой эксперимент, который очень убедительно напоминает, насколько чрезвычайно короткой должна быть продолжительность электрической искры. Вот круглый картонный диск, внешняя часть которого, как вы видите, разделена на сектора, черный и белый попеременно, в то время как пространство вокруг центра полностью белое. Диск установлен на подставке, с помощью которой я могу заставить его вращаться с большой скоростью. Когда его поворачивают, эффект для глаз очень разительный — центральное пространство остается белым, как и раньше, но по внешнему краю различие черного и белого полностью исчезает и уступает место однородному серому. Этот цвет получается в результате смешивания черного и белого в равных пропорциях; смешивание происходит не на картонном диске, а на сетчатке глаза.



КАРТОННЫЙ ДИСК, ВИДИМЫЙ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ.



ТОТ ЖЕ ДИСК, КОТОРЫЙ ВИДЕН При БЫСТРОМ ВРАЩЕНИИ.

Я только что упомянул, что впечатление, оставленное на сетчатке, сохраняется в течение десятой доли секунды после устранения причины, вызвавшей его. Теперь, когда этот диск вращается, сектора следуют друг за другом так быстро, что определенная часть пространства, занимаемая в любой момент белым сектором, будет занята черным сектором за время, намного меньшее десятой доли секунды. Отсюда следует, что впечатление, производимое каждым белым сектором, остается на сетчатке до тех пор, пока следующий черный сектор не займет то же положение; и, аналогичным образом, впечатление, производимое каждым черным сектором, остается до тех пор, пока следующий белый сектор не займет положение черного. Таким образом, впечатление, производимое всей внешней оправой, — это впечатление сочетания черного и белого, то есть серого.

Осмелюсь сказать, что пока что это явление всем вам уже знакомо. Но теперь я предлагаю показать вам вращающийся диск, освещенный электрической искрой; и вы заметите, что в момент освещения черный и белый сектора выделяются так же ясно и отчетливо, как если бы диск стоял неподвижно.

Для успеха этого эксперимента желательно не только иметь яркую искру, чтобы обеспечить хорошее освещение диска, но также иметь последовательность таких искр, чтобы вы могли видеть часто повторяющееся явление и, таким образом, иметь возможность наблюдать его на досуге. Чтобы достичь этих двух целей, я разработал план, который находится здесь перед вами.

Перед диском находится большая и очень мощная лейденская банка. Стержень, соединенный с внутренним покрытием, поднимается значительно над горловиной банки и заканчивается латунным шариком почти напротив центра диска. С внешним покрытием банки соединен еще один стержень, который также заканчивается латунным шариком и который отрегулирован таким образом, чтобы расстояние между двумя шариками составляло около дюйма. Два стержня соединены соответственно с двумя проводниками машины Хольца, так что при работе машины банка сначала быстро заряжается, а затем сама разряжается с яркой искрой между двумя латунными шариками. Таким образом, продолжая работать с машиной, мы можем получать, сколько захотим, последовательность искр, следующих друг за другом с короткими и регулярными интервалами прямо перед диском.

Теперь, когда все готово и в комнате частично затемнено, диск приводится в быстрое вращение; и в сохраняющемся полумраке вы можете видеть, что внешний обод однородно серый, а центральное пространство белое. Но когда мой ассистент начинает вращать машину Хольца, и с интервалами вылетают яркие искры, вращающийся диск, освещаемый на мгновение при каждом разряде, кажется неподвижным, и на нем отчетливо видны черный и белый сектора.

Причина этого ясна: момент, в течение которого сохраняется искра, настолько короток, что диск, хотя и находится в быстром движении, не совершает ощутимого продвижения в течение этой небольшой доли времени; следовательно, в изображении на сетчатке впечатление, производимое белыми секторами, остается отличным от впечатления, производимого черными, и глаз видит диск таким, какой он есть на самом деле.

Мимоходом я могу отметить очень интересное соображение, натолкнутое на этот эксперимент. В настоящее время пушечное ядро обычно выпускается со скоростью около 1600 футов в секунду. Двигаясь с такой скоростью, он, как вы знаете, при обычных обстоятельствах совершенно невидим для глаза. Но предположим, что он был бы освещен в темноте ночи этой электрической искрой, которая длится, скажем, миллионную долю секунды. В момент освещения пушечное ядро пролетает миллионную часть расстояния 1600 футов, что составляет чуть меньше пятидесятой доли дюйма. Практически мы можем сказать, что пушечное ядро не меняет своего места, пока горит искра. Кроме того, впечатление, которое он производит на глаз, исходя из положения, которое он занимает в момент освещения, остается на сетчатке не менее десятой доли секунды. Следовательно, если мы смотрим в ту конкретную часть пространства, где оказывается пушечное ядро в момент прохождения искры, мы должны видеть, что пушечное ядро неподвижно висит в воздухе, хотя мы знаем, что оно движется со скоростью 1600 футов в секунду, или около 1000 миль в час.

Яркость вспышки молнии.—Я хотел бы сказать одно слово о яркости вспышки молнии. Чуть более тридцати лет назад профессор Свон из Эдинбурга показал, что глазу требуется определенное время — около десятой доли секунды — для восприятия полной яркости светящегося объекта. Далее, с помощью серии интересных экспериментов он доказал, что, когда вспышка света длится менее десятой доли секунды, ее видимая глазу яркость пропорциональна времени ее продолжительности.^[9] Теперь рассмотрим следствие из этих фактов применительно к яркости нашей электрической искры. Если бы искра длилась десятую долю секунды, мы бы ощутили ее полную яркость; если бы она длилась десятую часть этого времени, мы бы увидели только десятую часть ее яркости; если бы она длилась сотую часть, мы бы увидели только сотую часть ее яркости; и так далее. Но на самом деле мы знаем, что это длится менее миллионной доли секунды, то есть менее стотысячной доли десятой секунды. Поэтому мы видим лишь стотысячную долю его реальной яркости.

Вот поразительный вывод, и я могу сказать, что он полностью подтвержден научными данными. Эта электрическая искра, какой бы яркой она нам ни казалась, на самом деле в сто тысяч раз ярче, чем кажется. Мы не можем с такой же точностью говорить о вспышке молнии, потому что ее продолжительность еще не была так точно определена. Но если мы предположим, что вспышка молнии в конкретном случае длится тысячную долю секунды, то из приведенных выше экспериментов следует, что на самом деле вспышка в сто раз ярче, чем кажется глазу.

Различные формы молний. Молния, о которой я говорил до сих пор, обычно называется *раздвоенной* молнией; название, которое, по-видимому, произошло от зигзагообразной линии света, которую она представляет глазу. Но есть и другие формы, в которых часто проявляется электричество облаков; и к ним я хотел бы сейчас привлечь ваше внимание на несколько минут. Наиболее распространенной из них, по крайней мере в этой стране, является та, которая широко известна под названием *листовая* молния. Вероятно, это не что иное, как освещение атмосферы или облаков разветвленной молнией, которая сама по себе непосредственно не видна.

Вообще говоря, после вспышки молнии мы слышим раскаты отдаленного грома. Но иногда случается, особенно в летнее время, что атмосфера снова и снова озаряется внезапным заревом, и все же грома не слышно. Это явление обычно называют *летней* молнией или *тепловой* молнией. Вероятно, во многих случаях это связано с электрическими разрядами в

более высоких областях атмосферы, где воздух сильно разрежен; и в этих случаях это, по-видимому, напоминает разряды, получаемые с помощью индукционной катушки в стеклянных трубках, содержащих разреженные газы. Но нет никаких сомнений в том, что и во многих случаях летняя молния, как и обычная грозовая, возникает из-за разветвленной молнии, которая настолько удалена, что мы не можем ни увидеть непосредственно саму вспышку, ни услышать раскаты грома.

Возможно, наиболее четкое и удовлетворительное свидетельство по этому вопросу, полученное из реальных наблюдений, содержится в следующем письме профессора Тиндаля, написанном в мае 1883 года: “Если смотреть на юг и юго-восток от Белых Альп, то игра беззвучных молний среди облаков и гор иногда бывает очень замечательной. Его можно наблюдать трепещущим в течение нескольких часов, с едва заметным интервалом между приступами возбуждения. Большинство из тех, кто это видит, считают это молнией без грома — Блиц оне Доннер, Веттерлейхтен, я слышал, как его называли немецкие туристы. Гора Монте-Дженерозо, возвышающаяся над озером Лугано, находится примерно в пятидесяти милях от Белых Альп, по прямой. Эти два пункта соединены телеграфом; и часто, когда Веттерлейхтен, как видно из Белых Альп, был в самом разгаре, я телеграфировал владельцу отеля Monte Generoso и узнавал, что в каждом случае наша бесшумная молния совпадала по времени с грозой, более или менее ужасающей в верхней Италии ”.[10]

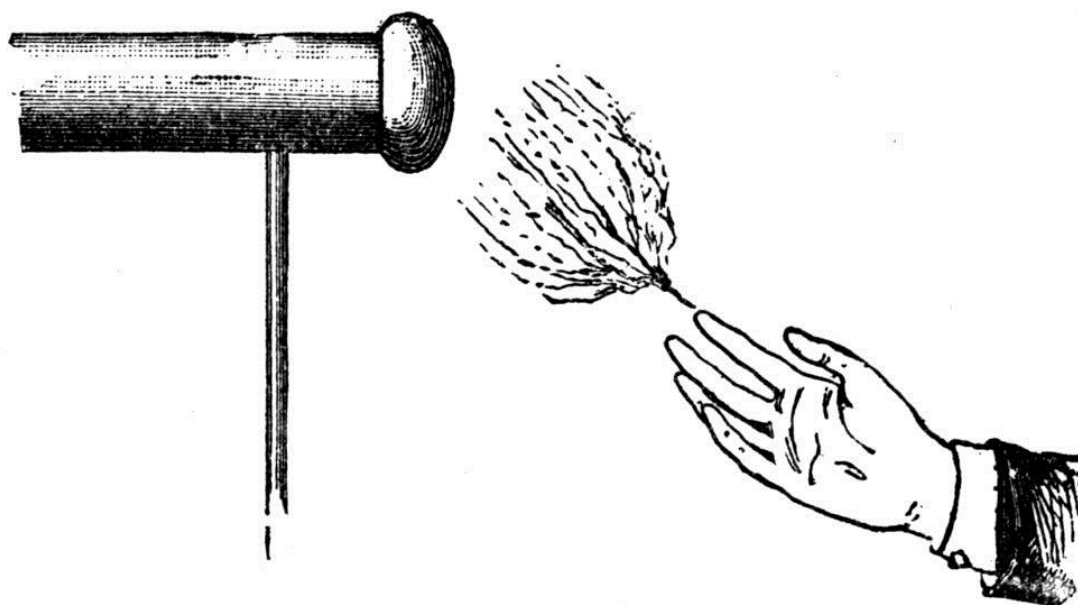
Другая форма молнии, описываемая многими авторами, называется *шаровой* молнией. Говорят, что он появляется в виде огненного шара размером с голову ребенка или даже больше, который некоторое время медленно движется, а затем, по прошествии нескольких секунд, взрывается с ужасающим шумом, посылая во все стороны огненные вспышки, которые сжигают все, на что натыкаются. Зарегистрировано много свидетельств о таких явлениях; но они почерпнуты, по большей части, из свидетельств людей, которые не были специально компетентны для наблюдения и точного описания фактов, попавших под их наблюдение. Следовательно, эти версии, хотя и принимаются одними, отвергаются другими; и мне кажется, что при нынешнем состоянии вопроса существование шаровой молнии вряд ли можно рассматривать как доказанный факт. В любом случае, если явления такого рода действительно происходили, я могу только сказать, что ничто из того, что мы знаем об электричестве в настоящее время, не позволит нам объяснить их.[11]

Огонь Святого Эльма.— Гораздо более аутентичная и, в то же время, очень интересная форма, при которой электричество облаков иногда проявляет свое присутствие, известна под названием огонь Святого Эльма. Это явление в одно время представляет собой звезду, сияющую на остриях копий или штыков роты солдат; в другое время оно принимает форму пучка голубоватого света, который, кажется, исходит от мачт и рангоутов корабля в море или от остроконечного шпиля церкви. Это было хорошо известно древним. Цезарь в своих Комментариях сообщает нам, что после бурной ночи железные наконечники копий пятого легиона, казалось, горели огнем; а Плиний говорит, что он видел огни, подобные звездам, сиявшим на копьях солдат, несших ночную вахту на крепостных валах. Когда на мачтах корабля появлялись сразу два таких огонька, их называли Кастором и Поллуксом, и моряки считали их признаком благополучного плавания. Когда появилась только одна, ее называли Еленой, и это было воспринято как неблагоприятное предзнаменование.

В наше время пожар Святого Эльма был засвидетельствован множеством наблюдателей, и все его различные фазы неоднократно описывались. В воспоминаниях Форбина мы читаем, что однажды, в 1696 году, когда он плывал между Балеарскими островами, ночью разразился внезапный шторм, сопровождавшийся молниями и громом. “Мы видели на судне, “ говорит он, - более тридцати огней Святого Эльма. Среди прочих был один на флюгере грот-мачты высотой более полутора футов. Я послал человека за ним вниз. Когда он был наверху, то закричал, что он издает звук, похожий на подожженный смоченный порох. Я велел ему снять флюгер и спуститься вниз; но едва он снял его с места, как огонь покинул его и снова появился на конце мачты, так что убрать его было невозможно. Оно оставалось долгое время и постепенно погасло”.

14 января 1824 года месье Максадорф случайно увидел охапку соломы посреди поля, прямо под густым черным облаком. Солома, казалось, буквально горела — от каждой травинки исходили полосы света; даже кнут возницы сиял бледно-голубым пламенем. Когда черное облако рассеялось, свет постепенно исчез, продержавшись около десяти минут. Опять же, рассказывают, что 8 мая 1831 года в Алжире, когда французские артиллерийские офицеры выходили на улицу после захода солнца без фуражек, каждый из них увидел пучок голубого света на голове своего соседа; а когда они протянули руки, на кончике каждого пальца было видно по пучку света. Нередко путешественник в Альпах видит такой же светящийся пучок на острие своего альпенштока. А совсем недавно, во время грозы, было замечено, что целый лес светился непосредственно перед каждой вспышкой молнии и снова темнел в момент разряда.^[12]

Это явление можно легко объяснить. Он заключается в постепенном и сравнительно бесшумном электрическом разряде между землей и облаком; и обычно, но не всегда, он предотвращает такое накопление электричества, которое было бы необходимо для возникновения вспышки молнии. Я могу проиллюстрировать этот вид разряда с помощью нашей машины. Если я поднесу заостренный металлический стержень к большому проводнику, вы сможете увидеть, когда машина заработает и в комнате станет темно, как кончик стержня становится светящимся и сияет как слабая голубая звезда. Я заменяю заостренный стержень тупыми ручками плоскогубцев, и на конце каждой ручки сразу появляется пучок синего света, который, кажется, с шипением улетучивается. Теперь я откладываю плоскогубцы и подставляю руку под проводник — и наблюдаю, как я могу при желании создать светящийся пучок на кончиках своих пальцев. Время от времени проскакивает искра, вызывая у меня сильный шок и показывая, как электричество иногда может накапливаться так быстро, что оно не может быть в достаточной степени разряжено светящимся пучком. Наконец, я показываю проводнику небольшую густую ветку дерева, и все ее листья и сучья светятся голубоватым светом, который на мгновение прекращается, когда вылетает искра, чтобы снова возобновиться, когда в результате работы машины снова вырабатывается электричество.



ВЫСТРЕЛ ИЗ КИСТИ, ИЛЛЮСТРИРУЮЩИЙ ПОЖАР СВЯТОГО ЭЛЬМА.

Теперь, если вы поставите грозовую тучу на место этого проводника, вы легко поймете, как под ее влиянием копье и штык солдата, альпеншток путешественника, остроконечный шпиль церкви, мачты корабля в море, деревья в лесу - все это может светиться бесшумным электрическим разрядом, который, в зависимости от обстоятельств, может время от времени завершаться настоящей вспышкой молнии, а может и нет.

Происхождение молнии.—Когда мы пытаемся объяснить происхождение молнии, мы сталкиваемся сразу с двумя вопросами, представляющими большой интерес и важность — во-первых, из каких источников вырабатывается электричество грозовой тучи? и, во-вторых, как это электричество вырабатывается в форме, которая до сих пор превосходит по мощности электричество наших машин? Эти вопросы уже давно привлекают внимание ученых, но я не могу сказать, что они все еще получили совершенно удовлетворительное решение. Тем не менее, были установлены некоторые факты, имеющие большую научную ценность, и выдвинуты некоторые предположения, которые заслуживают рассмотрения.

Во-первых, совершенно очевидно, что атмосфера, окружающая наш земной шар, почти всегда находится в состоянии наэлектризованности. Кроме того, электрическое состояние атмосферы, по-видимому, столь же изменчиво, как и ветер. Оно меняется со сменой сезона; оно меняется изо дня в день; оно меняется от часа к часу. Электрический заряд иногда положительный, иногда отрицательный; иногда он сильный, иногда слабый; и переход от одного состояния к другому иногда медленный и постепенный, иногда внезапный и резкий.

Как правило, в хорошую ясную погоду электричество атмосферы положительное и развито не очень сильно. В сырую погоду заряд может быть как положительным, так и отрицательным, и обычно он сильный, особенно при внезапных ливнях. В тумане он также сильный и почти всегда положительный. В метель он очень сильный и чаще всего положительный. Наконец, во время грозы он чрезвычайно силен и, как правило, отрицательный; но он подвержен внезапной смене знака, когда проходит вспышка молнии или когда начинается дождь.

До сих пор я просто излагал факты, которые были установлены путем тщательных наблюдений, проведенных на разных станциях компетентными наблюдателями и растянувшихся на многие годы. Но что касается процесса, посредством которого вырабатывается атмосферное электричество, то до настоящего времени у нас нет никаких определенных знаний. Было сказано, что электричество может вырабатываться в атмосфере в результате трения самого воздуха и мельчайших частиц, плавающих в нем, о поверхность земли, о деревья и здания, о камни, утесы и горы. Но это мнение, каким бы вероятным оно ни было, еще не было подтверждено никакими прямыми экспериментальными исследованиями.

Вторая теория заключается в том, что электрическое обеспечение атмосферы происходит, по крайней мере, в значительной степени, за счет испарения соленой воды. Много лет назад французский философ Пуйе провел в лаборатории серию экспериментов, которые, по-видимому, показали, что испарение обычно сопровождается выработкой электричества; и, в частности, он убедился, что пар, выходящий с поверхности соленой воды, всегда положительно наэлектризован. Сейчас атмосфера повсюду более или менее насыщена парами, которые почти полностью образуются из соленой воды океана. Отсюда Пуйе сделал вывод, что главным источником атмосферного электричества является испарение морской воды. Это объяснение, несомненно, значительно расширило бы объяснение присутствия электричества в атмосфере, если бы факт, на котором оно основано, был установлен неоспоримо. Но есть некоторые основания сомневаться в том, что выработка электричества в экспериментах Пуйе была обусловлена просто процессом испарения, а не другими причинами, влияние которых он недостаточно учитывал.

Недавно была выдвинута гипотеза о том, что электричество может вырабатываться простым столкновением мельчайших частиц водяного пара с мельчайшими частицами воздуха.^[13] Если бы эту гипотезу можно было подтвердить как факт, ее было бы вполне достаточно для объяснения всего электричества атмосферы. По самой природе газа молекулы, из которых он состоит, постоянно летают с невероятной скоростью; и поэтому частицы водяного пара и частицы воздуха, которые существуют вместе в атмосфере, должны постоянно сталкиваться. Следовательно, каким бы небольшим ни был заряд электроэнергии, вырабатываемый при каждом отдельном ударе, общее количество вырабатываемой электроэнергии на любой значительной площади за один день должно быть действительно очень большим. Очевидно, однако, что этот метод объяснения происхождения атмосферного электричества может рассматриваться в лучшем случае только как вероятная гипотеза, пока предположение, на котором он основан, не будет подтверждено данными наблюдений или эксперимента.

Длина вспышки молнии.— Таким образом, может показаться, что мы пока не в состоянии с уверенностью указать источники, из которых вырабатывается атмосферное электричество. Но какими бы ни были эти источники, не может быть никаких сомнений в том, что электричество атмосферы тесно связано с мельчайшими частицами водяного пара, из которых в конечном итоге образуется грозовое облако. Это соображение имеет большое значение, когда мы переходим к рассмотрению особых свойств молнии по сравнению с другими формами электричества. Наиболее поразительной характеристикой молнии является удивительная способность, которой она обладает, пробиваясь сквозь сопротивляющуюся среду воздуха. В этом отношении он несравненно превосходит все виды электричества, которые до сих пор производились искусственным путем. Искра от обычной электрической машины может пролететь расстояние в три или четыре дюйма; машина, которую мы использовали в наших

сегодняшних экспериментах, может дать при благоприятных обстоятельствах искру в девять или десять дюймов; самая длинная электрическая искра, когда-либо полученная искусственным путем, - это, вероятно, искра от гигантской индукционной катушки мистера Споттисвуда; и она не превышает трех футов шести дюймов. Но длину вспышки молнии не следует измерять в дюймах, футах или ярдах; она варьируется от одной-двух миль для обычных вспышек до восьми-десяти миль в исключительных случаях.

Эта способность яростно разряжаться через сопротивляющуюся среду, в которой грозовая туча настолько превосходит проводник электрической машины, обусловлена свойством, широко известным среди ученых как электрический *потенциал*. Чем больше расстояние, на которое наэлектризованное тело может посылать свои вспышки по воздуху, тем выше должен быть его потенциал. Следовательно, потенциал грозового облака должен быть чрезвычайно высок, поскольку его вспышки могут пронзать воздух на расстояние нескольких миль. И что я хочу отметить, так это то, что мы можем объяснить этот чрезвычайно высокий потенциал, если только предположим, что мельчайшие частицы водяного пара в атмосфере по какой-либо причине получили хотя бы небольшой заряд электричества. Количество таких частиц, составляющих обычную каплю дождя, исчисляется миллионами миллионов; и можно научно доказать, что по мере добавления каждой новой частицы в процессе образования капли обязательно происходит повышение потенциала. Таким образом, ясно, что практически нет предела потенциалу, который может развиться при простой агломерации очень мелких облачных частиц, каждая из которых несет очень небольшой заряд электричества.^[14]

Это объяснение, связывающее чрезвычайно высокий потенциал молнии с образованием дождевых капель в грозовом облаке, указывает на причину, по которой так часто случается, что сразу после вспышки молнии “большой дождь, танцующий, обрушивается на землю”. Потенциал неуклонно возрастал по мере того, как капли становились все больше и больше, пока, наконец, потенциал не стал настолько высоким, что грозовая туча смогла разрядиться сама, и почти в тот же момент капли стали такими большими, что их больше нельзя удерживать в воздухе под действием притягивающей силы тяжести.

Физическая причина грома. Давайте теперь перейдем к рассмотрению феномена грома, который так тесно связан с молнией и который, хотя и совершенно безвреден сам по себе и который никогда не слышен до тех пор, пока не минует реальная опасность, часто вызывает в уме больший ужас, чем сама вспышка молнии. Звук грома, как и звук электрической искры, возникает из-за возмущения, вызванного в воздухе электрическим разрядом. Воздух сначала расширяется за счет интенсивного нагрева, который выделяется вдоль линии выпуска, а затем он снова устремляется обратно, чтобы заполнить частичный вакуум, образовавшийся в результате его расширения. Это внезапное движение порождает серию звуковых волн, которые достигают уха в форме раскатов грома. Но есть определенные специфические характеристики грома, которые заслуживают особого рассмотрения.

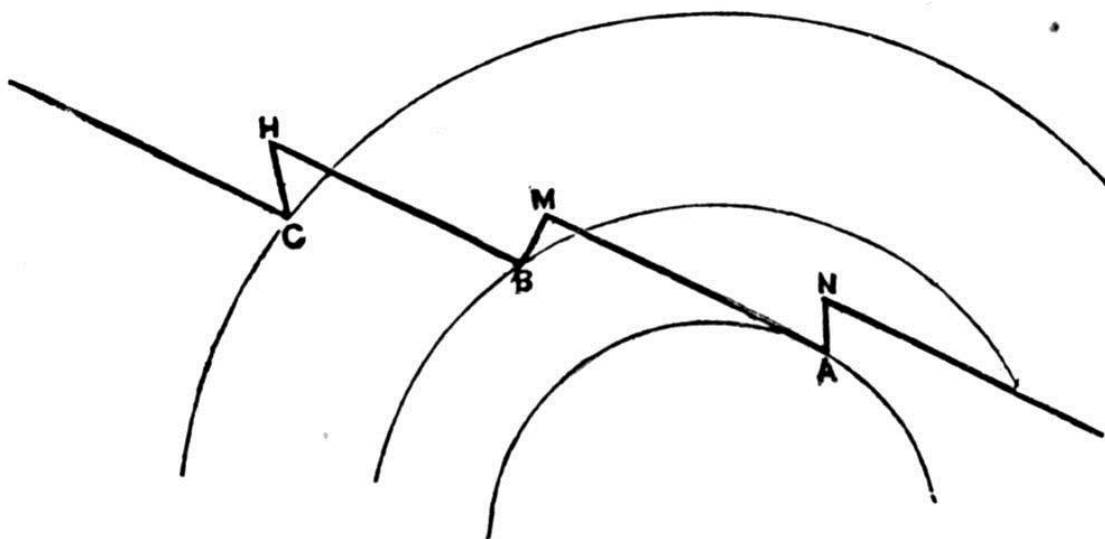
Раскаты грома.— Я думаю, их можно разделить на две категории. Во-первых, звук грома — это не мгновенный звук, подобный звуку электрической искры, это продолжительный раскат, длящийся иногда несколько секунд. Во-вторых, каждая вспышка молнии вызывает не только один раскат, но и последовательность раскатов, следующих один за другим с неравномерными интервалами. Эти два явления, взятые вместе, производят то особое воздействие на слух,

которое обычно описывается как *раскаты* грома; и я думаю, что оба они могут быть достаточно объяснены в соответствии с хорошо установленными свойствами звука.

Чтобы понять, почему звук грома достигает слуха в виде продолжительного раската, нам нужно только вспомнить, что для распространения звука требуется время. Поскольку вспышка молнии происходит практически мгновенно, мы можем предположить, что звук раздается в один и тот же момент по всей линии разряда. Но звуковые волны, исходящие в один и тот же момент из всех точек вдоль линии разряда, должны достигать уха в последовательные моменты времени, достигая сначала той точки, которая ближе всего к наблюдателю, и последней - той, которая наиболее удалена. Предположим, например, что ближайшая точка вспышки находится на расстоянии мили от наблюдателя, а самая дальняя точка — в двух милях - звуку потребуется около пяти секунд, чтобы прийти из ближайшей точки, и около десяти секунд, чтобы прийти из самой дальней точки; и более того, в каждое последующее мгновение с момента, когда первый звук достигает уха, звук будет продолжать поступать из последовательных точек между ними. Следовательно, гром, хотя и мгновенный по своему происхождению, достигнет слуха в виде продолжительного раската, длящегося в течение пяти секунд.

Последовательность раскатов. Последовательность раскатов, вызванных одной вспышкой молнии, обусловлена несколькими причинами, каждая из которых может в большей или меньшей степени, в зависимости от обстоятельств, способствовать общему эффекту. Во-первых, если мы примем результаты, полученные профессором Огденом Рудом из Колумбийского колледжа, то то, что кажется глазу одиночной вспышкой молнии, на самом деле, как правило, состоит из последовательности вспышек, каждая из которых, естественно, должна вызывать свой собственный раскат грома; и хотя несколько вспышек, если они следуют одна за другой с интервалом в десятую долю секунды, будут производить на глаз одно непрерывное впечатление, несколько раскатов грома при одинаковых условиях будут восприниматься ухом как множество отчетливых раскатов.

Следующая причина, которую я бы упомянул, - это зигзагообразный путь разряда молнии. Чтобы вам было ясно влияние этого обстоятельства, я должен ненадолго привлечь ваше внимание к [диаграмме](#) на следующей странице. Пусть ломаная линия представляет собой траекторию вспышки молнии, а О - позицию наблюдателя. Звук достигнет его сначала из ближайшей к нему точки А, а затем он будет продолжать поступать в последовательные моменты времени из последовательных точек вдоль линии Ап и вдоль линии Ам, создавая таким образом эффект непрерывного раската. Тем временем звуковые волны распространяются из точки В и в должное время достигнут наблюдателя в точке О. Поскольку они движутся в направлении, отличном от предыдущего, они ударят в ухо как начало нового раската, который, в свою очередь, будет продолжен звуковыми волнами, прибывающими в последовательные моменты времени из последовательных точек вдоль линий Вм и В Н. Немного позже, звук донесется из более отдаленной точки С, и начнется третий раскат. И поэтому будет несколько отчетливых раскатов, исходящих, так сказать, из нескольких различных точек на пути вспышки молнии.



ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ РАСКАТОВ ГРОМА.

Третью причину, к которой можно отнести череду раскатов, следует искать в незначительных электрических разрядах, которые часто должны происходить внутри самого грозового облака. Грозовое облако — это не сплошная масса, подобная металлическому цилиндру этой электрической машины, оно имеет множество внешних фрагментов, более или менее несовершенно соединенных с основным телом. Более того, материал, из которого состоит облако, является лишь очень несовершенным проводником по сравнению с нашим латунным цилиндром. По этим двум причинам примерно в то время, когда проходит вспышка молнии, часто случается так, что разные части облака оказываются в настолько разных электрических условиях, что это приводит к возникновению электрических разрядов внутри самого облака. Каждый из этих разрядов производит свой собственный раскат грома; и, таким образом, мы можем иметь ряд незначительных раскатов, иногда предшествующих, а иногда следующих за сильным грохотом, вызванным основным разрядом.

Наконец, влияние эха часто играет значительную роль в увеличении числа раскатов грома. Звуковые волны, распространяющиеся во всех направлениях, отражаются от поверхностей гор, лесов, облаков и зданий и, возвращаясь с разных сторон с разной интенсивностью, достигают слуха подобно грохоту далекой артиллерии. Поразительный эффект этих отзвуков в горной местности был описан великим поэтом словами, которые, осмелюсь предположить, знакомы большинству из вас:

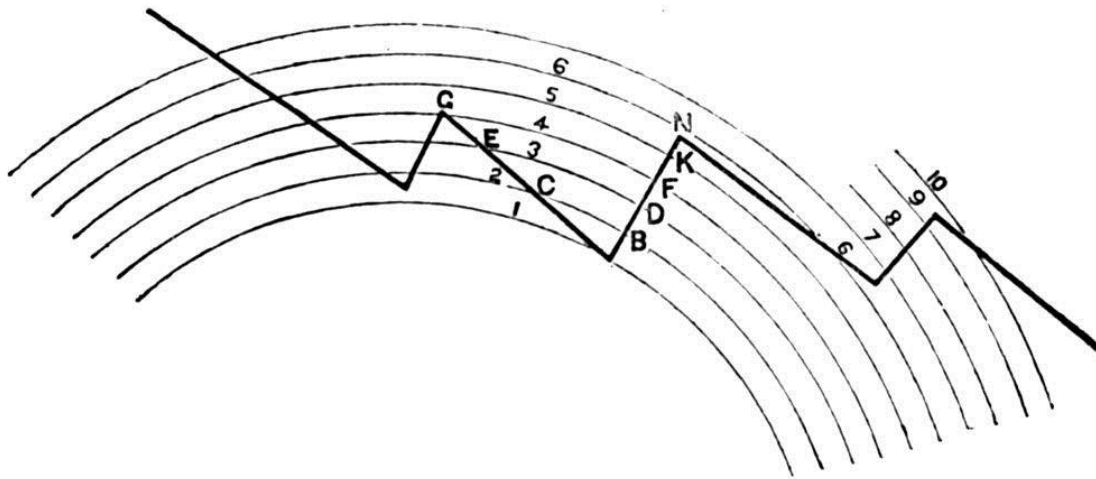
“Далеко,
От вершины к вершине, среди грохочущих утесов,
Скачет живой гром! Не из одного одинокого облака,
Но каждая гора теперь обрела язык,
И Джура отвечает из своего туманного савана
радостным Альпам, которые громко зовут ее!”

Вариации интенсивности грома.— Из сказанного легко понять, как общий раскат грома подвержен значительным изменениям интенсивности в течение времени, пока он длится, в зависимости от количества раскатов, которые могут доноситься до слуха наблюдателя в каждый конкретный момент. Но каждый, должно быть, замечал, что даже отдельный раскат грома часто претерпевает сходные изменения, в один момент усиливаясь с огромной силой, а в следующий момент быстро затихая. Чтобы объяснить это явление, я бы заметил, во-первых, что нет никаких оснований предполагать, что возмущение, вызываемое молнией, имеет точно такую же величину в каждой точке ее пути. Напротив, представляется весьма вероятным, что величина этого возмущения каким-то образом зависит от сопротивления, с которым сталкивается разряд. Следовательно, интенсивность звуковых волн, посылаемых вспышкой молнии, вероятно, сильно различается на разных участках ее прохождения; и каждый отдельный раскат будет усиливаться в ухе или затихать, в зависимости от большей или меньшей интенсивности звуковых волн, достигающих уха в каждый последующий момент времени.

Но здесь действует другое влияние, которое должно вызывать колебания громкости раскатов грома, даже если звуковые волны, приводимые в движение молнией, были повсюду одинаковой интенсивности. Это влияние зависит от положения наблюдателя по отношению к траектории вспышки молнии. На одном участке своего пути молния может следовать по траектории, которая остается на протяжении определенной длины почти на том же расстоянии от наблюдателя; тогда весь звук, производимый на этом протяжении, достигнет наблюдателя почти в один и тот же момент и ударит в ухо с огромной интенсивностью. С другой стороны, молния может на равную длину удаляться прямо от наблюдателя; и очевидно, что звук, производимый на этой длине, будет достигать наблюдателя в последовательные моменты времени и, следовательно, производить сравнительно слабый эффект.

С целью более тщательного изучения этого интересного вопроса позвольте мне представить положение наблюдателя, взятого за центр, и ряд нарисованных концентрических окружностей, пересекающих путь вспышки молнии и отстоящих друг от друга на расстояние 110 футов, измеренное по направлению радиуса. Очевидно, что весь звук, производимый между любыми двумя последовательными кругами, достигнет уха в течение периода, который должен быть измерен временем, за которое звук преодолевает расстояние 110 футов, то есть в пределах десятой доли секунды. Следовательно, для того, чтобы определить количество звука, достигающего уха за последовательные периоды продолжительностью в одну десятую секунды, нам нужно только понаблюдать, сколько звука издается между каждыми двумя последовательными кругами. Но если предположить, что звуковые волны, приводимые в движение вспышкой молнии, имеют одинаковую интенсивность в каждой точке своего пути, то ясно, что количество звука, создаваемого между каждым двумя последовательными кругами, будет просто пропорционально длине пути, заключенного между ними.

Установив эти принципы, давайте теперь проследим за ходом раската грома на диаграмме, которая перед нами. Эта ломаная линия, проведенная почти наугад, представляет траекторию вспышки молнии; предполагается, что наблюдатель должен находиться в точке О, которая является центром концентрических окружностей; эти окружности отделены друг от друга расстоянием в 110 футов, измеряемым в направлении радиуса; и мы хотим рассмотреть, как любой раскат грома может изменяться по громкости в последовательные периоды продолжительностью в одну десятую секунды.



ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ РАСКАТОВ ГРОМА.

Возьмем, к примеру, перезвон, который начинается, когда звуковые волны достигают уха из точки А. В первую единицу времени звук, достигающий уха, — это звук, производимый по линиям Аb и Ас; во вторую единицу — звук, производимый по линиям В D и С E; в третью единицу — звук, производимый по линиям Df и E G. До сих пор звон был довольно равномерным по своей интенсивности, хотя во второй и третьей единицах времени наблюдалось небольшое затухание по сравнению с первой. Но в четвертой единице происходит значительное ослабление звука; ибо линия Fk всего лишь примерно на треть длиннее линий Df и Eg, взятых вместе; следовательно, количество звука, достигающее уха за четвертую единицу времени, составляет только одну треть от того, что достигает его в каждой из трех предыдущих единиц; и, следовательно, звук только на треть громче. В пятом звене, однако, звон должен возрасти до внезапного удара; поскольку участок пути молнии, заключенный между пятым и шестым кругами, примерно в шесть раз больше, чем между четвертым и пятым; следовательно, интенсивность звука внезапно возрастет примерно в шесть раз. После этого внезапного удара звук так же внезапно затихает в шестую единицу времени; он продолжает ослабевать, поскольку траектория молнии проходит почти прямо от наблюдателя; он снова слегка усиливается в девятую единицу времени; а затем продолжается без особых изменений до конца. Это всего лишь единичная иллюстрация, но ее, по-видимому, вполне достаточно, чтобы показать, что изменения интенсивности раскатов грома должны быть в значительной степени обусловлены положением наблюдателя по отношению к нескольким частям вспышки молнии.

Расстояние вспышки молнии.— Вряд ли мне нужно напоминать вам, что, наблюдая за интервалом, который проходит между вспышкой молнии и последующим за ней раскатом грома, мы можем приблизительно оценить расстояние до ближайшей точки разряда. Свет распространяется с такой поразительной скоростью, что мы можем предположить, без какой-либо разумной ошибки, что видим вспышку молнии в тот самый момент, когда происходит разряд. Но звуку, как мы видели, требуется значительное время, чтобы распространиться даже на небольшие расстояния; и поэтому почти всегда проходит измеримый интервал между моментом, когда видна вспышка, и моментом, когда раскат грома впервые достигает слуха. И расстояние, через которое проходит звук в этом интервале, будет расстоянием до ближайшей точки, через которую прошел разряд. Скорость звука в воздухе слегка меняется в зависимости

от температуры; но при обычной температуре нашего климата мы не сильно ошибемся, если допустим 1100 футов за каждую секунду или около одной мили за каждые пять секунд.

Вы также заметите, что, повторив это наблюдение, мы можем определить, приближается ли к нам грозовая туча или удаляется от нас. Пока интервал между каждой последующей вспышкой и соответствующим раскатом грома становится все короче и короче, грозовая туча приближается; когда интервал начинает увеличиваться, грозовая туча удаляется от нас, и опасность миновала.

Раскат грома ужасен, когда молния находится совсем рядом; но любопытно, что звук, по-видимому, не распространяется так далеко, как выстрел обычной пушки. У нас нет достоверных свидетельств о том, что гром был слышен на большем расстоянии, чем от двенадцати до пятнадцати миль, тогда как грохот одиночного орудия был слышен на расстоянии в пять раз большем, а грохот артиллерии в бою - еще на большем расстоянии. По случаю визита королевы в Шербур в августе 1858 года салют, произведенный в честь ее прибытия, был слышен в Бончерче, на острове Уайт, на расстоянии шестидесяти миль. Он был также слышен в Лайм-Реджисе, в Дорсетшире, который находится в восьмидесяти пяти милях от Шербура, по прямой линии; и нам сказали, что не только он был слышен в целом, но и отчетливо различались выстрелы отдельных орудий. Говорят, что артиллерию при Ватерлоо слышали в городе Крей во Франции, в 115 милях от поля битвы; а канонаду при осаде Валансьена в 1793 году изо дня в день слышали в Диле, на побережье Англии, на расстоянии 120 миль. [15]

До сих пор я пытался изложить некоторые общие идеи о природе и происхождении молнии и грома, который ее сопровождает. В своей следующей лекции я предлагаю дать краткий отчет о разрушительном воздействии молнии и рассмотреть, как лучше всего можно предотвратить это воздействие с помощью громоотводов.

Примечание к странице 20.

О Высоком потенциале вспышки молнии.

Потенциал наэлектризованной сферы равен количеству электричества, которым заряжена сфера, деленному на радиус сферы. Теперь мельчайшие частицы облака, из которых образуются капли дождя, можно принять за очень маленькие сферы; и если представляет потенциал каждой из них, q количество электричества, которым она заряжена, и r радиус сферы, то мы имеем $v = q/r$. Предположим, что 1000 таких облачных частиц объединяются в одну; количество электричества в образовавшейся таким образом капле будет равно $1000q$; а радиус, который увеличивается в соотношении кубического корня к объему, будет равен $10r$. Следовательно, потенциал новой сферы будет равен $1000q/10r$, или $100q/r$; иными словами, он будет в 100 раз больше потенциала каждой из составляющих ее частиц облака. Когда миллион частиц облака смешивается в одну каплю, тот же процесс покажет, что потенциал увеличился в десять тысяч раз; а когда капля образуется в результате агломерации миллиона из миллионов частиц облака, потенциал капли будет в сто миллионов раз больше, чем у отдельных частиц. [16]

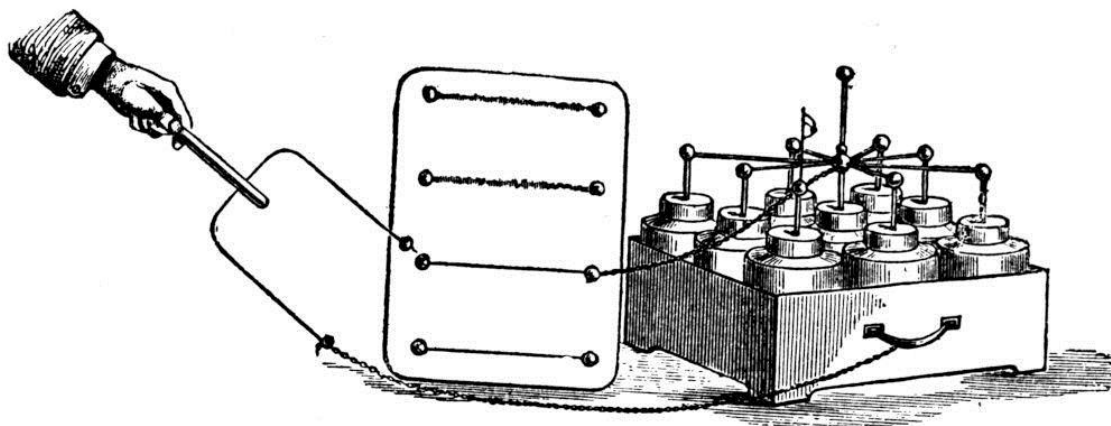
СНОСКИ:

- [1] “Il y a des grands seigneurs dont il ne faut approcher qu’avec d’extrêmes précautions. Le tonnerre est de ce nombre.”—Dict. Филос. искусство. Foudre.
- [2] Electricité Statique, ii., 561.
- [3] Натурфилософия Дешанеля, Шестое издание, стр. 641.
- [4] Фрагменты науки, пятое издание, стр. 311.
- [5] Лекция о грозах, Природа, том. xxii., стр. 341.
- [6] Третья серия, т. v., стр. 161.
- [7] Филология. Пер. Королевское общество, 1834, том. cxhv., стр. 583-591.
- [8] В экспериментах с лейденской банкой Феддерсен показал, что продолжительность разряда увеличивается не только за счет увеличения расстояния поражения, но и за счет увеличения размера банки. Итак, вспышку молнии можно рассматривать как разряд из лейденской банки огромных размеров с огромным расстоянием поражения; и поэтому мы должны ожидать, что продолжительность разряда должна быть значительно увеличена. См. *Американский журнал науки и искусств*, Третья серия, том i, стр. 15.
- [9] Смотрите оригинальную статью Свона, Перевод. Королевское общество, Эдинбург, 1849, т. xvi., стр. 581-603; также вторая статья, *ib.* 1861, vol. xxii., стр. 33-39.
- [10] Природа, том. xxviii., стр. 54.
- [11] Смотрите, однако, попытку объяснить это явление в "Трактате об электричестве" Де Ларива, Лондон, 1853-8, т. iii., стр. 199, 200; и еще одну, совсем недавнюю, написанную м-ром Споттисвудом в лекции об электрическом разряде, прочитанной перед Британской ассоциацией в Йорке в сентябре 1881 г. и опубликованной издательством Longmans, Лондон, стр. 42. Смотрите также, последние свидетельства относительно самого явления, в "Элементарной метеорологии Скотта", стр. 175-8.
- [12] См. Jamin, “Cours de Physique”, i., 480-1; Томлинсон, “Гроза”, Третье издание, стр. 95-103; “Грозы”, лекция профессора Тейта, Nature, vol. xxii., с. 356.
- [13] Профессор Тейт, О грозах, Природа, т. xxii., стр. 436-7.
- [14] Смотрите примечание в конце этой лекции, [стр. 26](#).
- [15] См. Томлинсон, "Гроза", стр. 87-9.
- [16] См. Тейт о грозах, Природа, т. xxii., стр. 436.

ЛЕКЦИЯ II. ГРОМООТВОДЫ.

Воздействие молнии на тела, в которые она попадает, аналогично тому, которое может быть вызвано разрядом наших электрических машин и батарей Лейденской банки. Когда разряд аккумулятора проходит по металлическому проводнику достаточных размеров, чтобы обеспечить ему легкий проход, он проходит бесшумно и не причиняет вреда. Но если проводник настолько тонкий, что оказывает значительное сопротивление, то сам проводник сильно нагревается и может быть расплавлен или даже превращен в пар при разряде.

На противоположной странице изображена доска, на которой поверх белой бумаги между латунными шариками натянута несколько очень тонких проволочек. Провода настолько тонкие, что полного заряда лежащего перед вами аккумулятора, состоящего из девяти больших лейденских банок, вполне достаточно, чтобы в одно мгновение превратить их в пар. Я уже в предыдущих случаях посылал заряд через два таких провода, и теперь от них ничего не осталось кроме следов их испарений, которые отмечают путь электрического разряда от шарика к шарика. В данный момент аккумулятор готов к зарядке, и я собираюсь разрядить его через третий провод, с помощью этого изолированного стержня, который я держу в руке. Разряд прошел; вы видели вспышку и немного дыма; и теперь, если вы посмотрите на бумагу, вы обнаружите, что проволока исчезла, но она оставила после себя след от раскаленного пара, обозначающий путь разряда.



РАЗРЯД АККУМУЛЯТОРА ЛЕЙДЕНСКОЙ БАНКИ ПО ТОНКИМ ПРОВОДАМ.

Разрушение зданий молнией.—Из этого эксперимента мы узнаем, что электричество, накопленное в нашей батарее, проходит без видимого эффекта по толстой проволоке разрядного стержня, но что оно мгновенно превращает в пар тонкую проволоку, натянутую поперек платы зажигания. И так же обстоит дело со вспышкой молнии. Как всем известно, он безвредно проходит через прочный металлический стержень, но когда он натывается на колокольные или телеграфные провода, он плавит их или превращает в пар. Шестнадцатого июля 1759 года вспышка молнии ударила в дом в Саутурке, в южной части Лондона, и прошла по линии колокольной проволоки. После того, как молния прошла, провода больше не было видно; но путь молнии был четко обозначен пятнами пара, которые остались тут и там, прилипнув к поверхности стены. В 1754 году молния упала на колокольную в Ньюбери, в

Соединенных Штатах Америки, и, разнеся крышу на куски и разбросав осколки повсюду, добралась до колокола. От этого места он тянулся по железной проволоке толщиной примерно с вязальную спицу, плавя ее по мере прохождения, оставляя после себя черную полосу пара на поверхности стен.

Опять же, электрический разряд, проходя по плохому проводнику, создает механические помехи и, если вещество горючее, часто поджигает его. Точно так же, как вы знаете, вспышка молнии, падая на церковный шпиль, разбивает его вдребезги, разбрасывая камни во все стороны, поджигая корабли и деревянные постройки; и не раз она причиняла большие разрушения, взрывая пороховые склады.

Позвольте мне привести вам один или два примера: в январе 1762 года молния упала на церковную башню в Корнуолле, и камень весом в триста фунтов был сорван со своего места и отброшен на расстояние 180 футов, в то время как камень поменьше отлетел на расстояние 1200 футов от здания. Снова, в 1809 году, молния ударила в дом недалеко от Манчестера и буквально сдвинула массивную стену высотой в двенадцать футов и толщиной в три на расстояние нескольких футов. Вы можете составить некоторое представление об огромной силе, приведенной здесь в действие, когда я скажу вам, что общий вес каменной кладки, перемещенной в этом случае, составил не менее двадцати трех тонн.

Церковь Святого Георгия в Лестере была серьезно повреждена молнией 1 августа 1846 года. Около 8 часов вечера настоятель прихода увидел яркую полосу света, с невероятной скоростью пронесшуюся по верхней части шпиля. “На расстоянии сорока футов с восточной стороны и почти семидесяти с западной массивная каменная кладка шпиля была мгновенно разорвана на части и превратилась в руины. Большие каменные блоки были разлетелись во все стороны, разбились на мелкие осколки, а в некоторых случаях, есть основания полагать, превратились в порошок. Один осколок значительного размера был брошен в окно дома, расположенного в трехстах футах от нас, разбив вдребезги деревянную обшивку и усеяв комнату внутри мелкой пылью и осколками стекла. Было подсчитано, что в этом случае сто тонн камня были отброшены на расстояние тридцати футов за три секунды. В дополнение к дрожи шпиля, все вершины по углам башни были более или менее повреждены, летающие контрфорсы треснули и сильно пошатнулись, многие открытые зубчатые стены у основания шпиля снесены, крыша церкви полностью изрешечена, крыши боковых входов разрушены, а каменные лестницы галереи разбиты вдребезги”.[17]

Молния во все времена была причиной большого ущерба имуществу из-за своей способности поджигать все горючее. Фуллер говорит в своей “Истории церкви”, что “в Англии едва ли найдется великое аббатство, которое, по крайней мере, однажды не было бы сожжено молнией с небес”. В качестве примеров он упоминает дважды сожженное аббатство Кройленд, дважды Кентерберийский монастырь, дважды аббатство Питерборо; также аббатство Святой Марии в Йоркшире, аббатство Норвич и ряд других. Сэр Уильям Сноу Харрис, писавший около двадцати лет назад, сообщает нам, что “количество церквей и церковных шпилей, полностью или частично разрушенных молнией, выходит за рамки всякого представления, и было бы слишком утомительной деталью, чтобы вдаваться в подробности. В течение сравнительно нескольких лет, например, в 1822 году, мы обнаруживаем сожжение великолепного Руанского собора, а совсем недавно, в 1850 году, в прекрасный собор Сарагосы в Испании, в который во время

богослужения ударила молния и он загорелся. В марте прошлого года депеша от нашего посланника в Брюсселе лорда Говарда де Уолдена, датированная 24 февраля, была направлена лордом Расселом Королевскому обществу, в которой говорилось, что в предыдущее воскресенье над Бельгией разразилась сильная гроза; что в двенадцать церквей ударила молния; и что три из этих прекрасных старинных зданий были полностью разрушены”.[18]

Даже в наши дни разрушения, вызванные пожарами, вызванными действием молнии, очень велики — гораздо больше, чем принято предполагать. Общего учета таких пожаров не ведется, и, следовательно, наша информация по этому вопросу очень неполная и неточная. Однако я могу сообщить вам один маленький факт, который, насколько это возможно, достаточно точен и очень важен. В маленькой провинции Шлезвиг-Гольштейн, площадь которой составляет менее одной четвертой площади Ирландии, Провинциальная ассоциация пожарной безопасности за шестнадцать лет выплатила за ущерб, причиненный молнией, чуть более 100 000 фунтов стерлингов, или по ставке более 6000 фунтов стерлингов в год. Ежегодная общая потеря имущества в этой провинции из-за пожаров, вызванных молнией, оценивается не менее чем в 12 500 фунтов стерлингов.[19]

Разрушение кораблей в море.— Разрушительное воздействие молнии на корабли в море до всеобщего внедрения громоотводов в настоящее время кажется почти невероятным. Из официальных отчетов следует, что ущерб, нанесенный только Королевскому военно-морскому флоту Англии, составлял от 6000 до 10000 фунтов стерлингов в год. Сэр Уильям Сноу Харрис, который много лет посвятил этому предмету с необычайным рвением и полным успехом, сообщает нам, что в период с 1810 по 1815 год, то есть в течение пяти лет, “не менее сорока линейных кораблей, двадцати фрегатов и двенадцати шлюпов и корветов были *выведены из строя* молнией”. В торговом флоте за сравнительно небольшое количество лет не менее тридцати четырех кораблей, большинство из которых были крупными судами с богатыми грузами, были полностью уничтожены - либо сожжены, либо потоплены, — не говоря уже о множестве судов, частично разрушенных или серьезно поврежденных”.[20]

И следует заметить, что эти заявления не принимают во внимание корабли, которые просто числились пропавшими без вести, некоторые из которых, в чем мы едва ли можем сомневаться, были поражены молнией в открытом море и затонули со всем экипажем, находившимся на борту. Знаменитый сорокачетырехпушечный корабль "*Сопротивление*" был поражен молнией в Малаккском проливе, и, взорвав пороховой погреб, он пошел ко дну. Из всего ее экипажа спаслись только трое, которых случайно подобрала проходившая мимо лодка. Было хорошо замечено, что, если бы не эти трое случайно выживших, о судьбе судна ничего бы не было известно, и оно было бы просто занесено в списки Адмиралтейства как пропавшее без вести.

Нет ничего более страшного для созерцания, чем сцена на борту корабля, когда в него ударяет молния в открытом море, когда вокруг завывает ветер, волны катят горы ввысь, дождь льет проливными потоками, а яркие вспышки время от времени озаряют мрак и несут за собой смерть и разрушение. Я прочту вам один или два кратких описания такой сцены, изложенные емким, но выразительным языком моряка. В январе 1786 года в "*Фисбу*" из тридцати шести пушек ударила молния у берегов Силли, и она превратилась в затонувшее судно. Вот выдержка из судового журнала: “Четыре часа пополудни, сильный шторм; сданы грот-мачта и грот-марс; легли в дрейф со штормовыми стакселями; очень сильный ветер, С.е. 4.15, вспышка молнии с

ужасающим раскатом грома вывела из строя нескольких наших людей. От второй вспышки загорелись грот-мачта и бизань-мачты. Пришлось срубить грот-мачту; это унесло бизань-мачту и фок-марсовую рею. Обнаружено, что фок-мачта также содрогнулась от удара молнии. Фок-мачта перевалилась через борт около 9 часов утра. Установите фок-мачту”.[21]

Несколько лет спустя, в марте 1796 года, в Средиземном море потерпел крушение “*Лоустоффе*”, и в судовом журнале мы читаем следующее: “Северная оконечность Менорки; сильные шквалы; град, дождь, гром и молния. 12.15, в корабль попала молния, которая сбила трех человек с топа мачты, один погиб. 12.30, корабль снова пострадал; грот-мачта разлетелась на куски; многие люди без чувств упали на палубы. Корабль снова ударился, и мачты и такелаж загорелись; грот-мачта разлетелась на куски; фок-мачта задрожала; люди онемели на палубах и были сбиты с мачты; один человек убит на месте. 1.30, срубил грот-мачту; нанял расчистку обломков. 4, умеренный; поставил фок-мачту”.[22]

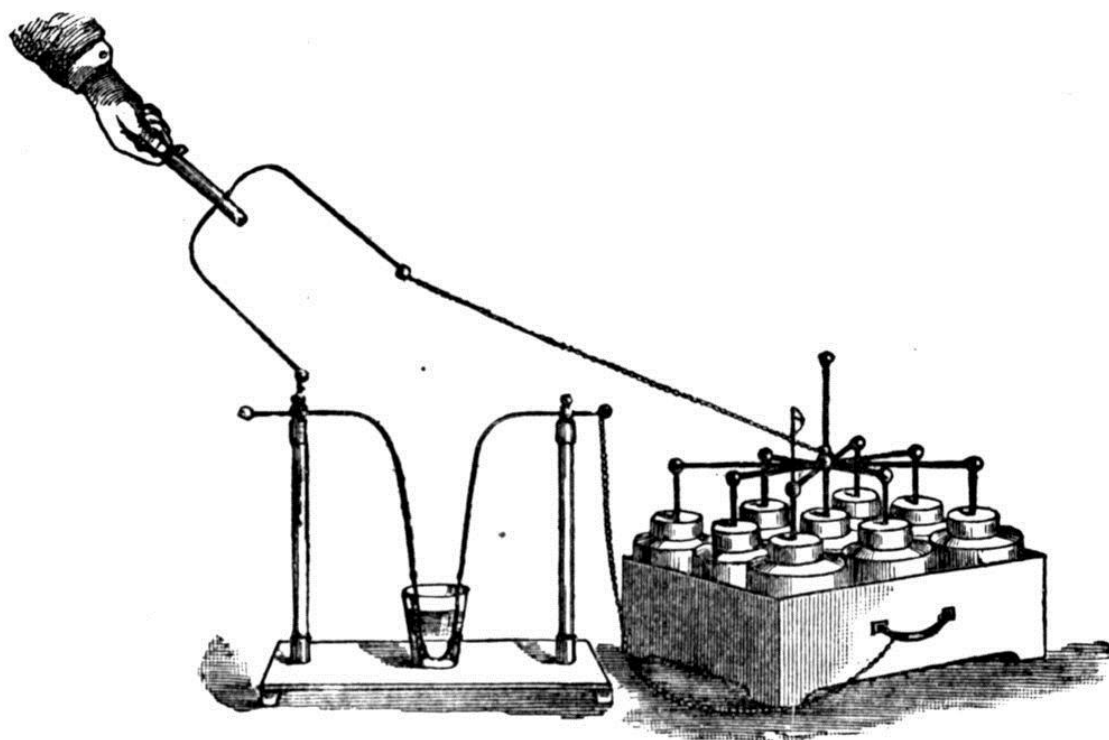
Снова, в 1810 году, у берегов Испании потерпел крушение *Repulse*, корабль с семьюдесятью четырьмя пушками. “Утром ветер был переменным, а в 12.35 налетел сильный шквал с дождем, громом и молниями. В корабль ударили две яркие вспышки молнии, от которых задрожала грот-мачта и серьезно повредилась грот-мачта. Семь человек были убиты на месте; трое других прожили всего несколько дней; и еще десять человек были искалечены на всю жизнь. После второго разряда хлынул проливной дождь. Корабль был поврежден более основательно, чем если бы он был в бою, и эскадра, тогда выполнявшая ответственную службу, потеряла на время один из своих самых быстрых и лучших кораблей”.[23]

Разрушение пороховых погребов.— Не менее ужасающими являются разрушения, вызванные молнией, когда она попадает на пороховой склад. Вот яркий пример: восемнадцатого августа 1769 года в башню Сен-Назер в Брешии ударила молния. Под башней в хранилищах хранилось около 200 000 фунтов пороха, принадлежащего Венецианской республике. Порох взорвался, сравняв с землей большую часть прекрасного города Брешиа и похоронив под руинами тысячи его жителей. Говорят, что сама башня была взорвана на огромную высоту в воздухе и обрушилась градом камней. Это, пожалуй, самая страшная катастрофа подобного рода за всю историю наблюдений. Но и в наше время есть примеры. В 1856 году молния упала на церковь святого Иоанна на острове Родос. В подвалах церкви было заложено большое количество пороха. Это было вызвано вспышкой; здание превратилось в груды руин, большая часть города была разрушена, и значительное число жителей погибло. И снова, в следующем году, в редакцию журнала *Loudron* в Бомбейском президентстве ударила молния. Было взорвано много тысяч фунтов пороха, разрушено пятьсот домов и, как говорят, убито около тысячи человек.[24]

Экспериментальные иллюстрации.— А теперь, прежде чем продолжить, я проведу один или два эксперимента с целью показать, что электричество наших машин способно производить эффекты, подобные тем, которые производит молния, хотя и неизмеримо меньшие по величине. Вот обычный стакан, примерно на три четверти наполненный водой. В него я опускаю два изогнутых латунных стержня, которые тщательно изолированы под поверхностью воды покрытием из индийской резины. Кончики, однако, обнажены и находятся на расстоянии одного дюйма друг от друга, недалеко от дна стакана. Снаружи стакана на подставке установлены латунные стержни, с помощью которых я могу передавать полный заряд этого аккумулятора из лейденской банки через воду, от точки к точке. Поскольку вода является

плохим проводником электричества по сравнению с металлами, заряд встречает большое сопротивление при прохождении через нее и при преодолении этого сопротивления создает значительные механические помехи, которых обычно бывает достаточно, чтобы стекло разлетелось на куски.

Для зарядки аккумулятора потребуется около двадцати оборотов этой большой машины Хольца. Понаблюдайте, как сердцевинный шарик электроскопа поднимается по мере работы машины, показывая, что заряд поступает внутрь. И теперь он остается неподвижным, что является признаком того, что аккумулятор полностью заряжен и больше принимать не может. Вы заметите, что внешнее покрытие аккумулятора уже соединено с помощью одного из латунных стержней, опущенных в стакан с водой. С помощью этого разрядника я теперь соединю внутреннее покрытие с другим стержнем. И видите, еще до того, как контакт действительно произошел, искра перескочила через него, и наш стакан яростно разлетелся на части сверху донизу.

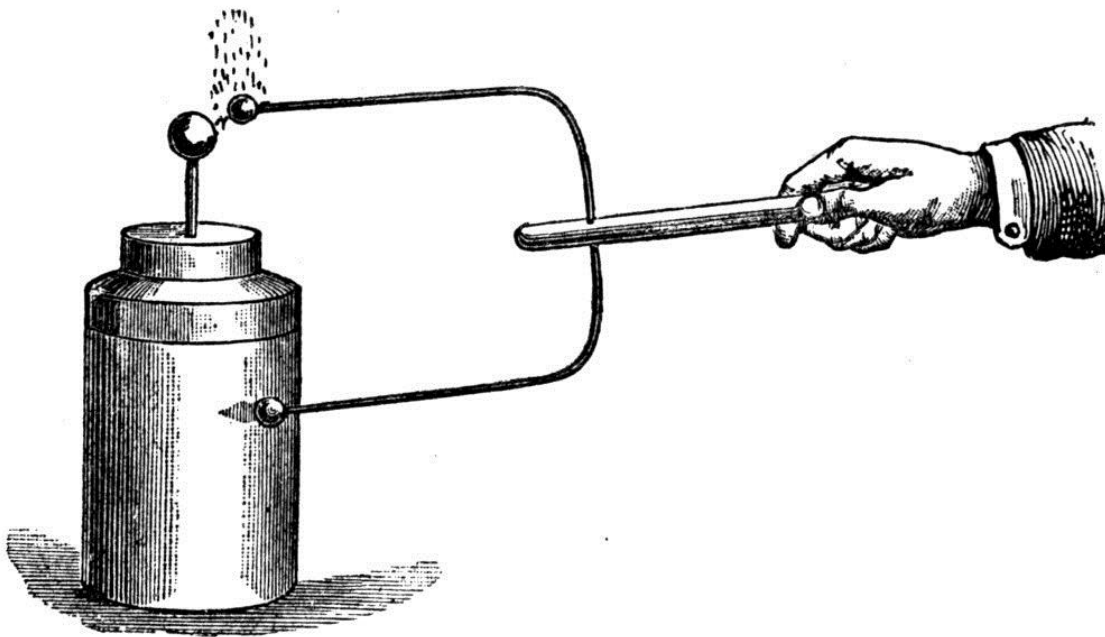


СТЕКЛЯННЫЙ СОСУД, РАЗБИТЫЙ РАЗРЯДОМ БАТАРЕЙКИ ЛЕЙДЕНСКОЙ БАНКИ.

Это, вероятно, покажется вам очень незначительным делом по сравнению с разрушением прочной каменной кладки и разбрасыванием камней весом в тонну. Без сомнения, так оно и есть; и это лишь один из уроков, которые мы должны извлечь из проведенного нами эксперимента. Ибо это не только показывает нам, что эффекты такого рода могут быть вызваны искусственно произведенным электричеством, но и заставляет вспомнить, насколько несравненно мощнее молния в облаках, чем электричество наших машин.

Свойство электричества поджигать горючие вещества может быть легко проиллюстрировано. Эта трубка из индийской резины соединена с газовой трубой под полом, а к концу трубки прикреплен латунный запорный кран, который я держу в руке. Я открываю кран и позволяю струе газа течь к проводнику машины Карре, в то время как мой ассистент поворачивает ручку; проходит искра, и газ загорается. И снова мой ассистент встает на этот изолирующий табурет, кладя руку на большой проводник аппарата, пока я поворачиваю ручку. Его тело становится наэлектризованным, и когда он подносит костяшки пальцев к этому сосуду с винным спиртом, который электрически связан с землей, проскакивает искра, и винный спирт сразу же вспыхивает. Еще раз; я обвязываю немного оружейной ваты вокруг одной ручки разрядного стержня, а затем использую ее для разрядки маленькой лейденской банки; в момент разрядки оружейная вата поджигается.

Было бы легко взорвать порох с помощью электрической искры, но дым от взрыва сделал бы лекционный зал очень неприятным до конца лекции. Поэтому я предлагаю заменить порох взрывоопасной смесью кислорода и водорода, которой я наполнил эту маленькую металлическую фляжку, широко известную как пистолет Вольты. С помощью очень простого приспособления электрическая искра разряжается через смесь, когда я подношу колбу к проводнику машины. В горлышко колбы плотно вставляется пробка, и в тот момент, когда проходит искра, вы слышите громкий взрыв и видите, как пробка с силой взлетает к потолку.



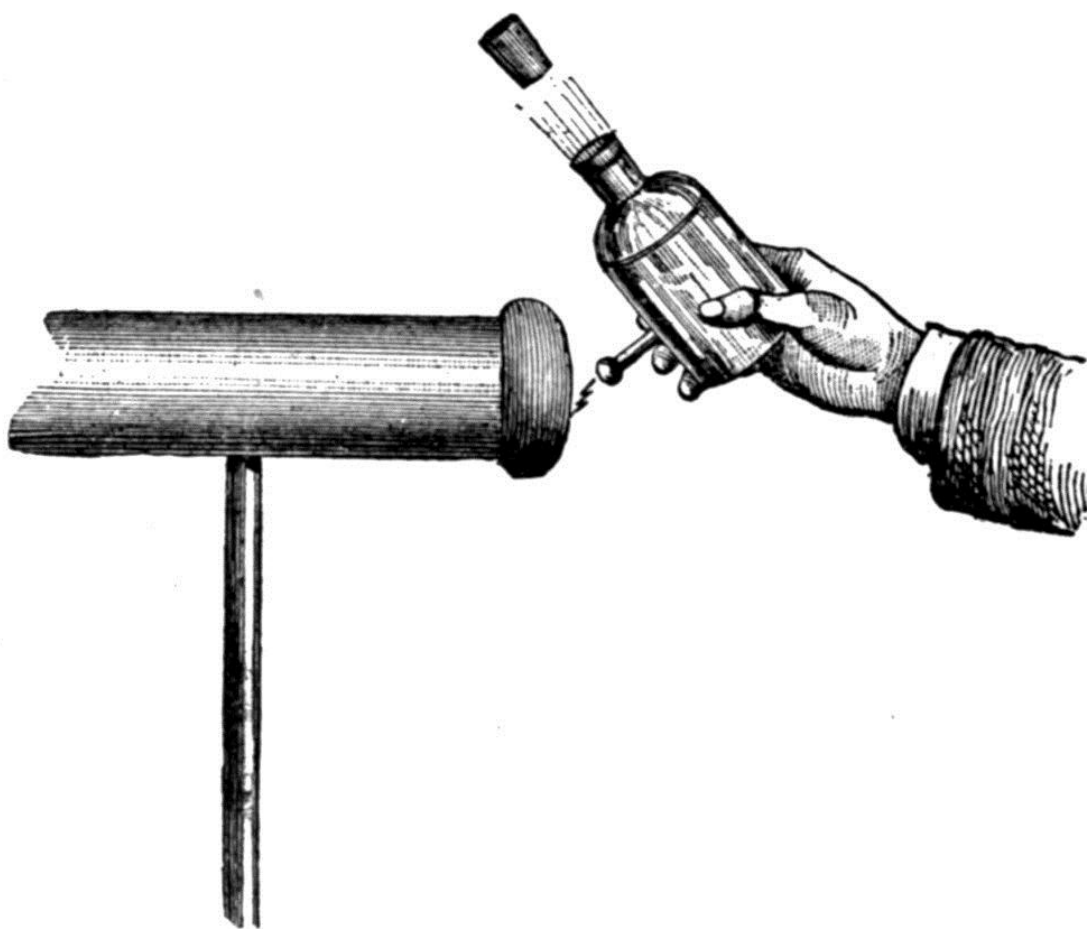
ПИСТОЛЕТ-ХЛОПОК, ПОДОЖЖЕННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИСКРОЙ.

Разрушение жизни. Последнее действие молнии, о котором я буду говорить и которое, возможно, больше, чем какое-либо другое, наводит на нас ужас, - это внезапное и полное исчезновение жизни, когда вспышка молнии обрушивается на человека или животное. В большинстве случаев этот эффект настолько быстр, что смерть, по всей вероятности, абсолютно безболезненна, и жертва умирает прежде, чем успевает почувствовать, что ее ударили. Я не могу назвать вам с какой-либо степенью точности количество людей, ежегодно погибающих от молний, потому что учет таких смертей до сих пор велся очень несовершенно почти во всех

странах и, вне всякого сомнения, является очень неполным. Но, возможно, вы будете удивлены, узнав, что фактически зарегистрированное число смертей от молний составляет в среднем в Англии около 22 ежегодно, во Франции 80, в Пруссии 110, в Австрии 212, в Европейской части России 440.[\[25\]](#)

Насколько можно судить по существующим источникам информации, число людей, погибших от удара молнии, в целом составляет примерно каждого третьего пострадавшего. Остальные иногда только оглушены, иногда более или менее обожжены, иногда на какое-то время оглохли, иногда частично парализованы. Однако в определенных случаях, особенно когда молния попадает в большое скопление людей, число убитых и слегка травмированных пропорционально числу убитых значительно увеличивается.

Об интересном случае такого рода сообщает мистер Томлинсон. “Двадцать девятого августа 1847 года в приходской церкви Уэлтона, Линкольншир, когда прихожане пели гимн перед проповедью, а преподобный мистер Уильямсон только что взошел на кафедру, было видно, как молния попала в церковь с колокольни, и мгновенно в центре здания произошел взрыв. Все, кто мог двигаться, направились к двери, и мистер Уильямсон спустился с кафедры, пытаясь развеять страхи людей. Но теперь внимание было привлечено к тому факту, что несколько прихожан лежали в разных частях церкви, по-видимому, мертвые, у некоторых из них горела одежда. Пять женщин были найдены ранеными, с почерневшими и обожженными лицами, а у мальчика почти полностью сгорела одежда. Уважаемый старый прихожанин, мистер Браунлоу, шестидесяти восьми лет, был обнаружен лежащим в самом низу своей скамьи, прямо под одной из люстр, совершенно мертвым. На теле не было никаких следов, но пуговицы его жилета были расплавлены, правая штанина брюк оторвана, а пиджак буквально сгорел. Его жена, сидевшая на той же скамье, не пострадала”.[\[26\]](#)

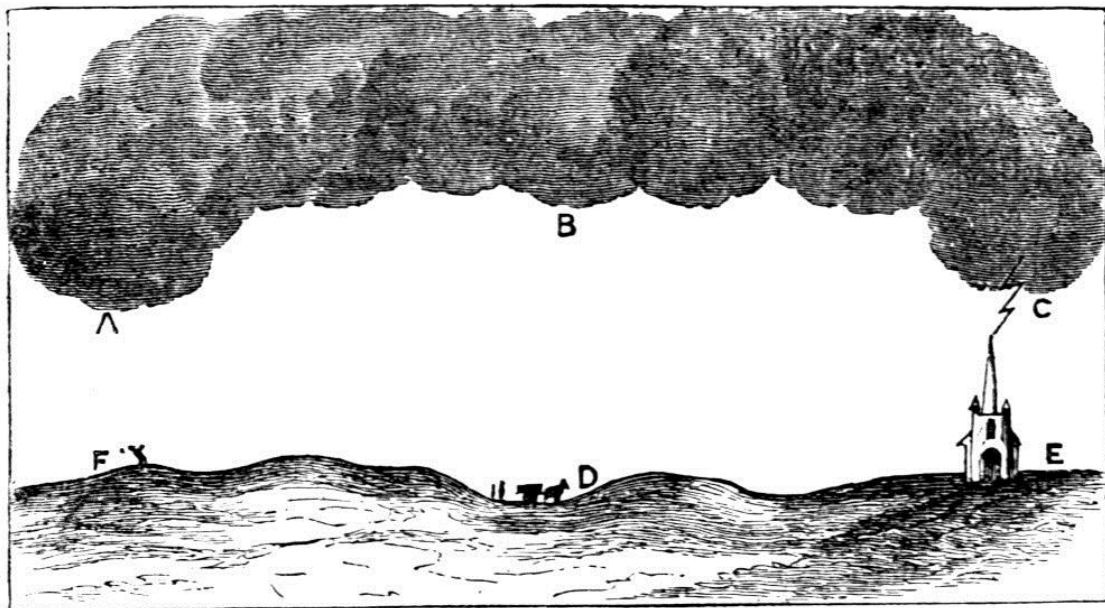


ПИСТОЛЕТ ВОЛЬТЫ; ВЗРЫВ, ВЫЗВАННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИСКРОЙ.

Не менее поразительна история, рассказанная доктором Пламмером, хирургом иллинойских добровольцев, в *"Медицинском и хирургическом репортере"* от 19 июня 1865 года: "Вчера наш полк стал ареной одного из самых ужасных бедствий, свидетелем которых мне довелось быть. Около двух часов дня нас посетила сильная гроза. Когда старую гвардию выводили за новой, была замечена ослепительная вспышка молнии, немедленно сопровождаемая ужасающим раскатом грома. Вся старая гвардия вместе с частью новой были с силой отброшены на землю. Удар был настолько сильным и внезапным, что в большинстве случаев бойцов из задних рядов бросало поперек бойцов из первых рядов. Один человек был убит на месте, а тридцать два человека получили более или менее серьезные ожоги от электрической жидкости. В некоторых случаях у мужчин были сорваны с ног ботинки и разорваны в клочья, и, как это ни странно, ступни мужчин были практически не повреждены. Во всех случаях ожоги выглядят так, как будто они были вызваны обжигаяще горячей водой, во многих случаях кожа сморщивается и сдвигается. Все мужчины, похоже, чувствуют себя хорошо, и часть из них сможет вернуться к своим обязанностям через несколько дней".

Ответный удар.—Иногда случается, что людей сбивают с ног и даже убивают в тот момент, когда между облаком и землей происходит разряд молнии, хотя они находятся очень далеко от точки, где на самом деле видна вспышка; в то время как другие, находящиеся между ними и молнией, страдают очень мало, а возможно, и вовсе не страдают. Это любопытное явление

впервые было тщательно исследовано лордом Мэхоном в 1779 году и было названо им “возвратным шоком”. Его теория, которая в настоящее время общепризнанна, может быть легко понята с помощью представленного перед вами наброска.



ПРОИЛЛЮСТРИРОВАН ОБРАТНЫЙ УДАР.

Предположим, что ABC представляет собой очертания грозового облака, которое опускается к земле в точках A и C. Электричество облака создает за счет индуктивного действия заряд противоположного рода в земле под ним. Но индуктивное действие наиболее мощно в точках E и F, где облако ближе всего подходит к земле. Следовательно, тела, расположенные вблизи этих точек, могут быть очень сильно наэлектризованы по сравнению с телами в точке между ними, такими как D. Теперь, когда вспышка молнии проходит в точке E, нижняя часть облака сразу же освобождается от своего электричества, ее индуктивное действие прекращается, и, следовательно, человек, находящийся в точке F, внезапно перестает быть наэлектризованным. Это внезапное изменение от сильно наэлектризованного состояния к нейтральному влечет за собой шок для его организма, который может быть достаточно сильным, чтобы оглушить или даже убить его. Между тем, люди в D, которые также были в некоторой степени наэлектризованы влиянием грозовой тучи, должны аналогичным образом претерпеть изменение в своем электрическом состоянии, когда пройдет вспышка молнии, но это изменение будет менее сильным, потому что они были менее сильно наэлектризованы.

Было проведено множество экспериментов, чтобы проиллюстрировать эту теорию лорда Мэхона. Но лучшая иллюстрация, которую я знаю, представлена этой электрической машиной Карре. Если вы будете стоять рядом с одним концом большого провода, когда машина работает, а с другого конца вылетают искры, вы будете ощущать отчетливый удар электрическим током каждый раз, когда проходит искра. Большой проводник здесь заменяет облако, искра, проходящая на одном конце, представляет собой вспышку молнии, а наблюдатель на другом конце получает ответный удар, хотя он находится на значительном расстоянии от точки, где видна вспышка.

Эксперимент такого рода, конечно, не может быть понятен такой большой аудитории, как нынешняя. Но я могу дать вам хорошее представление об эффекте с помощью этого пучка цветной бумаги. Пока машина работает, я держу пучок бумаги у того конца проводника, который находится дальше всего от точки, где происходит разряд. Вы видите, что бумажные ленты наэлектризованы индукцией и в силу взаимного отталкивания отделяются друг от друга, “как иглы у капризного дикобраза”. Но когда проходит искра, индуктивное действие прекращается, бумажные ленты перестают наэлектризовываться, и весь пучок внезапно приходит в свое нормальное состояние.

Полностью принимая теорию лорда Мэхона об обратном ударе как совершенно правильную, насколько это возможно, я бы рискнул указать на другое влияние, которое часто должно в значительной степени способствовать возникновению рассматриваемого эффекта и которое не зависит от формы облака. Исходя из характера поверхности в районе, затронутом грозovým облаком, может легко случиться, что точка наиболее интенсивной электризации — скажем, E на рисунке — находится в хорошей электрической связи с удаленной точкой, такой как F, в то время как она очень несовершенно связана с гораздо более близкой точкой D. В таком случае очевидно, что тела в точке F будут в значительной степени находиться в сильно наэлектризованном состоянии E, а также в значительной степени участвовать во внезапном изменении этого состояния в момент прохождения вспышки молнии; в то время как тела в точке D будут менее сильно наэлектризованы до разряда и менее сильно беспокоиться, когда происходит разряда.

Этот принцип можно проиллюстрировать очень простым экспериментом. Вот латунная цепь длиной около двадцати футов. Один его конец я вручаю любому из присутствующих, кто любезно возьмется за него; другой конец я держу в своей руке. Теперь я стою рядом с проводником машины и попрошу кого-нибудь встать примерно в десяти футах от меня, ближе к середине цепи, но не прикасаясь к ней. Теперь понаблюдайте, что происходит, когда машина включена и я вынимаю искру из проводника: мой друг на дальнем конце цепи, в двадцати футах от меня, получает удар тока, почти такой же сильный, как тот, который получаю я сам, потому что у него хорошая электрическая связь с точкой, где происходит разряд. Но мой более удачливый друг, который находится на десять футов ближе к вспышке, вряд ли ощущает какой-либо эффект, потому что он связан со мной только через пол зала, который, сравнительно говоря, является плохим проводником электричества.

Краткие сведения.— Позвольте мне теперь вкратце подытожить основные разрушительные эффекты молнии. Во-первых, что касается хороших проводников: хотя он безвредно проходит через них, если они достаточно большие, чтобы обеспечить ему легкий проход, он плавится и превращает их в пар, если они имеют такие малые размеры, что оказывают значительное сопротивление. Во-вторых, молния действует с большой механической силой на плохие проводники; она способна разрывать на части большие массы каменной кладки и разносить осколки на значительное расстояние. В-третьих, она поджигает горючие материалы. И, наконец, это приводит к мгновенной смерти людей и животных.

Громоотводы Франклина.—Целью громоотводов является защита жизни и имущества от этих разрушительных воздействий. Впервые их использование было предложено Франклином в 1749 году, еще до его знаменитого эксперимента с воздушным змеем; и сразу после этого эксперимента, в 1752 году, он установил в своем собственном доме в Филадельфии первый в

истории громоотвод. Он даже изобрел хитроумное приспособление, с помощью которого получал уведомление о приближении грозовой тучи. Приспособление состояло из набора колокольчиков, которые он повесил на свой громоотвод и которые начинали звонить всякий раз, когда громоотвод заряжался электричеством.

Громоотводы Франклина вскоре были приняты на вооружение в Америке; и он сам внес большой вклад в их популярность простыми и доходчивыми инструкциями, которые он ежегодно издавал в интересах своих соотечественников в ежегодном издании, известном как “Альманах бедного Ричарда”. На таком расстоянии времени очень интересно прочитать простые практические правила, изложенные этим великим философом и государственным деятелем; и, хотя опыт ста тридцати лет подсказал некоторые изменения, особенно в том, что касается размеров громоотвода, удивительно обнаружить, насколько точно соблюдаются общие принципы его изготовления. здесь изложена конструкция и ее действие.

“Богу было угодно, ” говорит он, “ в Его благодати к человечеству, наконец, открыть для них средства защиты своих жилищ и других построек от разрушения громом и молнией. Метод таков: возьмите небольшой железный прут, который может быть сделан из того железа, которое используют гвоздильщики, но такой длины, чтобы один конец находился на три-четыре фута во влажной земле, а другой - на шесть-восемь футов выше самой высокой части здания. К верхнему концу стержня прикрепите примерно фут латунной проволоки размером с обычную вязальную спицу, заточенной до тонкости; стержень можно закрепить в доме несколькими небольшими скобами. Если дом или сарай длинный, на каждом конце может быть прут с заострением, а посередине - проволока вдоль гребня от одного к другому. Обставленный таким образом дом не пострадает от удара молнии, поскольку она притягивается остриями и проходит сквозь металл в землю, ничего не повредив. Суда, также имеющие заостренный стержень, закрепленный на верхушке их мачт, с проволокой от основания стержня, спускающейся вокруг одного из вантов к воде, не страдают от удара молнии ”.

Введение громоотводов в Англии.— Развитие громоотводов было более медленным в Англии и на Европейском континенте из-за неестественного опасения, что в некоторых случаях они могут привлечь молнию туда, куда она иначе не попала бы. Люди предпочитали воспользоваться своим шансом спастись, как они спасались раньше, вместо того, чтобы, так сказать, приглашать молнию обрушиться на их дома в надежде, что железный прут доставит ее на землю безвредной. Но огромный ущерб, ежегодно наносимый молнией, вскоре побудил практиков принять предложение, предлагавшее полную защищенность от любой опасности на таких простых условиях; и когда было обнаружено, что в здания, защищенные громоотводами, снова и снова ударяла молния, не причиняя никакого вреда, в общественном сознании постепенно утвердилось общее убеждение в их полезности.

Первым общественным зданием, защищенным громоотводом в Англии, был собор Святого Павла в Лондоне. Восемнадцатого июня 1764 года в прекрасный шпиль церкви Святой Невесты в городе ударила молния, и он превратился в руины. Этот инцидент привлек внимание декана и капитула собора Святого Павла к опасности подобного бедствия, которое, казалось, как бы надвигалось на их собственную церковь. После долгих размышлений они передали этот вопрос Королевскому обществу с просьбой о совете и инструкциях. Королевское общество назначило комитет ученых для рассмотрения этого вопроса. Сам Бенджамин Франклин, случайно оказавшийся в то время в Лондоне в качестве представителя Американских штатов в их споре с

Англией, был назначен членом комитета. И результатом его обсуждения стало то, что в 1769 году на соборе Святого Павла было установлено несколько громоотводов.

Именно по этому поводу возник знаменитый спор о соответствующих достоинствах очков и мячей. Франклин рекомендовал использовать заостренный проводник, но некоторые члены комитета придерживались мнения, что проводник должен заканчиваться шаром, а не острием. Решение комитета было в пользу мнения Франклина, и, соответственно, для собора Святого Павла были приняты остроконечные кондукторы. Но споры на этом не закончились. То было время большого политического ажиотажа, и партийный дух проникал даже в мирные научные дискуссии. Весомое научное мнение было на стороне Франклина; но, с другой стороны, намекали, что заостренные проводники были запятнаны республиканством и таили в себе опасность для империи. Как правило, виги решительно выступали за очки, в то время как тори с энтузиазмом поддерживали баллы.

Какое-то время казалось, что тори одержали верх. Король был на их стороне. Эксперименты в большом масштабе проводились в его присутствии в Пантеоне, большом здании на Оксфорд-стрит; его заверили, что эти эксперименты доказали огромное превосходство шаров над точками; и чтобы придать практическую силу своим убеждениям, его величество распорядился закрепить большое пушечное ядро на конце громоотвода, прикрепленного к королевскому дворцу в Кью. Но комитет Королевского общества остался при своем мнении. Со временем накал партийного духа улегся; было установлено, что опыт, равно как и разум, говорят в пользу взглядов Франклина; и битва шаров и очков уже давно перешла в область истории.[\[27\]](#)

Функции громоотвода.—Громоотвод выполняет две функции. Во-первых, это способствует бесшумному и постепенному разряду электричества между облаком и землей и, таким образом, имеет тенденцию предотвращать то накопление, которое неизбежно должно произойти до того, как пройдет вспышка молнии. Во-вторых, если произойдет вспышка молнии, громоотвод обеспечит ей безопасный канал, по которому она может пройти безвредно для земли.

Эти две функции громоотвода можно легко проиллюстрировать экспериментально. Когда наша машина работает, если я подношу закрытую ладонь к большому латунному проводнику, между ними проскакивает искра, и в тот же момент я чувствую легкий удар электрическим током. Здесь проводник машины, как обычно, занимает место наэлектризованного облака; моя сжатая рука представляет собой, так сказать, высокое здание, которое заметно выделяется на поверхности земли; искра - это вспышка молнии, а удар электрическим током просто указывает на разрушительную силу внезапного разрушительного разряда.

Теперь позвольте мне защитить это здание громоотводом. Для этого я беру в руку латунный стержень, который соединяю с землей латунной цепью. В первом случае у меня будет металлический шарик на конце моего громоотвода. Вы видите эффект; искры пролетают быстро, но я не чувствую удара. Я могу увеличить силу разряда, повесив эту емкость для конденсата на проводник машины. Теперь летят искры, гораздо более яркие и мощные, чем раньше, но я по-прежнему не испытываю удара током. Таким образом, очевидно, что мой громоотвод не предотвращает прохождение вспышки, но безвредно передает ее на землю.

Затем я беру стержень с острым концом и, соединяя его, как и раньше, с землей латунной цепочкой, подношу острый конец к проводнику машины. Обратите внимание, насколько

отличается результат: нет разрушающего разряда, не проходит искра, не ощущается удар. Электричество все еще продолжает вырабатываться в машине, и электричество вырабатывается индукцией в латунном стержне и в моем теле. Но эти два противоположных электричества разряжаются сами по себе беззвучно с помощью этого заостренного стержня, и никакого ощутимого эффекта какого-либо рода не наблюдается.

Эти эксперименты очень просты, но они действительно самым ясным образом раскрывают перед нами всю теорию громоотводов. В частности, они наглядно демонстрируют нам, что эффективный громоотвод не только делает молнию безвредной, когда она приходит, но и в значительной степени предотвращает ее появление. Замечательным примером этого важного объекта недвижимости в больших масштабах является город Питермарицбург, столица колонии Наталь в Южной Африке. Этот город часто посещают грозы в определенные сезоны года, и раньше молнии наносили большой ущерб, но с тех пор, как на основных зданиях были установлены громоотводы, молния ни разу не попадала в город. Грозовые тучи надвигаются, как и прежде, но они бесшумно проходят над городом и начинают испускать свои молнии только тогда, когда достигают открытой местности и выходят за пределы досягаемости громоотводов.^[28]

Но часто случается, даже в случае заостренного проводника, что накопление электричества происходит так быстро, что бесшумного разряда недостаточно, чтобы держать его под контролем. Затем время от времени будет происходить разрушительный разряд, и вспышка молнии пройдет. В этих обстоятельствах громоотвод призван выполнять свою вторую функцию и безвредно передавать молнию на землю.

Состояние громоотвода.—Исходя из рассмотрения функций, которые он должен выполнять, теперь мы можем сделать вывод, какие условия необходимы для эффективного громоотвода. Первое условие заключается в том, что конец проводника, выступающий в воздух, должен иметь, по крайней мере, одно острое острие. Наши эксперименты показали нам, что заостренный проводник имеет тенденцию в некотором роде полностью подавлять вспышку молнии; в то время как тупой проводник, или проводник, заканчивающийся шариком, имеет тенденцию только делать ее безвредной, когда она возникает. Таким образом, очевидно, что заостренный проводник обеспечивает большую безопасность.

Но тонкий наконечник с большой вероятностью расплавится, когда на него упадет молния, и, таким образом, станет менее эффективным для дальнейшего использования. Чтобы противостоять этой опасности, на Конференции громоотводов недавно было предложено, чтобы крайний конец проводника был тупым концом, предназначенным для приема всей силы вспышки молнии, когда она произойдет; и что немного ниже следует предусмотреть ряд очень тонких заострений, способствующих бесшумному разряду. Это предложение, которое, как представляется, превосходно подходит для обеспечения двойной функции громоотвода, заслуживает того, чтобы быть зафиксированным в точных терминах официального отчета.

“Кажется, лучше всего разделить двойные функции наконечника, продлив верхний вывод до самой вершины и просто скосив его, чтобы, если все-таки произойдет разрушающий разряд, вся проводящая мощность стержня была готова принять его. В то же время, принимая во внимание важность бесшумного разряда с острых точек, мы предлагаем, чтобы на один фут ниже крайней вершины верхнего вывода было прочно прикреплено винтами и припоем медное кольцо с тремя или четырьмя медными иглами, каждая длиной шесть дюймов и сужающаяся от

четверти дюйма в диаметре до как можно более тонкого острия; и с целью придания остроты как можно более постоянной, мы советуем, чтобы они были платинированными, позолоченными или никелированными ”.[29]

Второе условие громоотвода состоит в том, что он должен быть изготовлен из такого материала и таких размеров, чтобы обеспечить легкий проход для самой сильной вспышки молнии, которая, вероятно, упадет на него; в противном случае он может расплавиться от разряда, и молния, ища себе другой путь, может пробиться сквозь плохие проводники, которые она частично разорвет на части, а частично сожжет огнем. В настоящее время медь обычно считается лучшим материалом для громоотводов, и она почти повсеместно используется в этих странах. Если он используется в виде веревки, то должен быть не менее половины дюйма в диаметре; если предпочтительнее медная лента — а строители часто считают ее более удобной, — она должна быть примерно полтора дюйма в ширину и восьмую часть дюйма в толщину. Во Франции до сих пор было более обычным использовать железные стержни для громоотводов, но поскольку железо намного уступает меди по своей проводящей способности, железный стержень должен быть гораздо больших размеров; он должен быть не менее одного дюйма в диаметре.[30]

Третье условие заключается в том, что громоотвод должен быть непрерывным по всей своей длине и находиться в хорошем электрическом контакте с землей. Это условие первостепенной важности, и опыт показывает, что именно им с наибольшей вероятностью можно пренебречь. В большом городе наилучшее заземление обеспечивается системой водопроводов и газопроводов, каждый из которых представляет собой разветвленную сеть проводников, повсюду соприкасающихся с землей. Однако необходимо внимательно отнестись к двум моментам: во—первых, электрический контакт между громоотводом и металлической трубой должен быть абсолютно идеальным; и, во-вторых, выбранная труба должна иметь такие большие размеры, чтобы молния могла легко проходить через нее к основной магистрали.

Если под рукой нет такой системы водопроводов или газопроводов, то громоотвод следует соединить с влажной землей с помощью слоя древесного угля или металлической пластины площадью не менее трех квадратных футов. Эта металлическая пластина всегда должна быть из того же материала, что и проводник, в противном случае между двумя металлами возникнет гальваническое взаимодействие, которое со временем может серьезно повредить контакт. Сухая земля, песок, камни и галька являются плохими проводниками; и, если такие материалы имеются вблизи поверхности земли, громоотвод должен проходить через них и опускаться до тех пор, пока не достигнет воды или постоянно влажной земли.

Вред, причиняемый плохими проводниками.—При плохом контакте с землей громоотвод приносит больше вреда, чем пользы. Это привлекает молнию к зданию, не обеспечивая ей, в то же время, свободного прохода на землю. Следствием этого является то, что молния прокладывает себе путь, яростно разрывая на части все, что противостоит ее продвижению, и поджигая все горючее.

Я приведу вам несколько недавних и ярких примеров. В мае 1879 года церковь Лоутон-ан-ле-Мортен в Англии, хотя и была снабжена проводником, была поражена молнией и получила значительные повреждения. При осмотре было обнаружено, что молния последовала за проводником вниз по шпилью до самой крыши; затем, изменив свой курс, она пробилась сквозь опору массивной каменной кладки, сбросив около двух телег камней, и перескочила на выступы

крыши, расположенные примерно в шести футах от нее. Теперь он шел по следам, пока не дошел до чугунных водосточных труб, предназначенных для отвода дождевой воды, и по ним спустился на землю. Когда был исследован контакт громоотвода с землей, он был обнаружен крайне несовершенным. Стержень был просто согнут под землей и зарыт в сухой рыхлый мусор на глубину, не превышающую восемнадцати дюймов. Это очень поучительный пример. У молнии был выбор из двух путей — один по подготовленному для нее проводнику, другой по выводам крыши и водосточных труб - и, повинаясь своего рода инстинкту, который, как бы мы ни объясняли, мы всегда должны с удивлением созерцать, она выбрала путь наименьшего сопротивления, хотя при этом ей с самого начала пришлось пробивать себе путь сквозь массивную стену из цельного камня.[31]

5 июня того же года вспышка молнии ударила в дом мистера Осбалдистона близ Шеффилда и, несмотря на предполагаемую защиту громоотвода, нанесла ущерб на сумму около пятисот фунтов стерлингов. Здесь молния следовала по проводнику до точки примерно в девяти футах от земли, затем прошла сквозь толстую стену к газовой трубе за зеркалом в гостиной. Она расплавил газопровод, подожгла газ, разнесла зеркало на атомы, разбила севрские вазы на камине и раскидала мебель. В этом случае, как и в первом, было обнаружено, что контакт с землей был плохим; и, кроме того, сам проводник имел слишком маленькие размеры. Следовательно, электрический разряд нашел более легкий путь к земле по газовым трубам, хотя, чтобы достичь их, ему пришлось проложить себе путь через сопротивляющуюся массу непроводников.[32]

Снова в том же году, 28 мая, в дом мистера Тоумса из Катерхэма ударила молния, и был нанесен небольшой ущерб. После тщательного обследования было обнаружено, что большая часть разряда покинула громоотвод, которым был снабжен дом, и прошла по склону крыши в чердачное помещение, куда проникла через кирпичную стену и достигла небольшого железного резервуара. Этот резервуар был соединен железной трубой значительных размеров с двумя насосами на цокольном этаже; и через них молния легко проникала в землю и причиняла лишь небольшой вред на своем пути. Когда был исследован контакт заземления громоотвода, было обнаружено, что конец стержня был просто воткнут в сухую меловую почву на глубину около двенадцати дюймов. Таким образом, в этом случае, как и в двух предыдущих, было совершенно ясно, что громоотвод не выполнил своих функций из-за плохого контакта с землей.[33]

Нередки случаи, когда строители сооружают под землей тщательно сконструированный резервуар с водой, в который вводится нижний конец громоотвода. По-видимому, преобладает идея, что резервуар с водой обеспечивает хороший контакт с землей; и это вполне справедливо для естественного резервуара, такого как озеро, где вода соприкасается с влажной землей на значительной площади. Но искусственный резервуар может иметь совершенно противоположный характер и практически изолировать громоотвод от земли. Один из них, который недавно привлек мое внимание в окрестностях этого города, состоит из большой фаянсовой трубы, вставленной концом в цементный слой и наполовину заполненной водой. Итак, глиняная трубка является хорошим изолятором, как и цементный слой, на котором она покоится; и вся конструкция идентична по всем существенным признакам аппарату профессора Ричмана, с помощью которого он поместил свой громоотвод в стеклянную бутылку и с помощью которого он расстался с жизнью сто тридцать лет назад.

Установленного таким образом проводника, вероятно, будет достаточно для отвода молнии из облаков; но более вероятно, что он с разрушительным эффектом разрядит ее в здание, которое он предназначен охранять, чем безвредно передаст на землю. В качестве примера можно привести случай с церковью Христа в городе Кливдон в Сомерсетшире. Эта церковь была снабжена очень эффективной системой громоотводов, числом пять, соответствующих четырем шпилям и флагштоку на вершине главной башни. Пять проводников состояли из хорошего каната из медной проволоки; все они были соединены вместе внутри башни, по которой они спускались на землю и там заканчивались в глиняном желобе. Такой контакт с заземлением мог быть довольно хорошим, пока в канализацию текла вода; но всякий раз, когда канализация была сухой, проводник был практически изолирован от земли. Пятнадцатого марта 1876 года в церковь ударила молния, которая на некотором расстоянии следовала по линии проводника; затем, обнаружив, что ее проход перекрыт фаянсовым водостоком, который в то время был сухим, она пробила стены церкви, сместив несколько центнеров камня, и попала на землю по газовой трубе.[34]

Другой очень поучительный пример дает громоотвод, прикрепленный к маяку Берехейвен на юго-западном побережье Ирландии. Он состоит из полудюймового троса из медной проволоки, который спускают по фасаду башни, “пока он не достигнет скалы у ее основания, где заканчивается *внебольшом отверстии размером три на три дюйма, выбитом в скале, примерно в шести дюймах под поверхность*”. Здесь, опять же, мы имеем хорошую имитацию эксперимента профессора Ричмана, с той лишь разницей, что небольшое отверстие в скале заменено стеклянной бутылкой. Громоотвод такого типа выполняет две функции: он увеличивает вероятность попадания молнии в здание и дает ему полную уверенность в том, что, попав, она не сможет попасть на землю, не причинив вреда.

Молния действительно упала на Берехейвенский маяк около пяти лет назад. Как и следовало ожидать, он не воспользовался громоотводом, чтобы найти путь к земле, а прорвался сквозь здание, нанося разрушения по мере того, как спускался со ступени на ступень. Правление Irish Lights представило подробный отчет об этом несчастном случае Конференции громоотводов в марте 1880 года, из которого были почерпнуты вышеуказанные сведения.[35]

Меры предосторожности против конкурирующих проводников.— Но недостаточно обеспечить хороший громоотвод, который сам по себе способен передавать электрический разряд, безвредный для земли; мы должны позаботиться о том, чтобы поблизости в здании не было конкурирующих проводников, чтобы отвести молнию с подготовленного для нее пути и провести ее другим путем, при котором ее течение могло бы быть отмечено разрушением. Эта мера предосторожности особенно важна в наши дни из-за того, что в строительстве и фурнитуре современных зданий широко используется металл различных видов. Я приведу типичный случай, который ясно донесет этот момент до вашего сознания.

Большая часть крыши многих крупных зданий покрыта свинцом. Отвод в одной или нескольких точках может проходить рядом с желобами, предназначенными для сбора дождевой воды; желоба соединены с чугунными водосточными трубами, по которым стекает вода, и эти водосточные трубы часто уходят в землю, которая в данных обстоятельствах обычно влажная и, следовательно, находится в хорошем электрическом контакте с металлическими трубами. Таким образом, здесь находится нерегулярная линия проводников, которая, хотя и имеет

промежутки кое-где, может при определенных условиях обеспечить разряду молнии путь не менее свободный, чем сам громоотвод. Каково это следствие? Вспышка молнии или ее часть покинет громоотвод и попадет на землю через разорванный ряд проводников, причинив, возможно, серьезный вред, поскольку она перепрыгивает через непроводящие звенья цепи или разрывает их на части.

Другой пример можно привести на примере газовых и водопроводных труб, которыми в настоящее время снабжены почти все здания в больших городах и которые представляют собой сеть проводников, протянувшихся по стенам и потолкам и уходящих вниз, в землю, с которой они имеют наилучший электрический контакт. Так вот, часто случается, что громоотвод в какой-то момент своего прохождения проходит на небольшом расстоянии от этой сети труб. В таком случае часть электрического разряда может покинуть громоотвод, разрушительно пробиться сквозь массивы каменной кладки, проникнуть в сеть труб, расплавить свинцовую газовую трубу, воспламенить газ и поджечь здание.

Это не просто рассуждения философов. Все различные инциденты, которые я только что описал, происходили снова и снова в течение последних нескольких лет. Вы, наверное, помните, что в некоторых примерах, которые я уже приводил перед вами, когда электрическому разряду не удавалось найти достаточный путь к земле через громоотвод, он проходил по некоторым таким разорванным рядам случайных проводников, которые мы сейчас рассматриваем. Но этот разорванный ряд проводников, по-видимому, несет в себе особую опасность сам по себе, даже когда громоотвод в остальном находится в исправном состоянии. Я приведу вам только один показательный пример.

Пятого июня 1879 года в церковь Святой Марии в Регби ударила молния, она загорелась и чудом не сгорела дотла. В тот день несколько рабочих были заняты ремонтом шпиля церкви. Около трех часов они увидели приближающуюся плотную черную тучу и спустились вниз, чтобы укрыться в здании. Через несколько минут они услышали ужасающий грохот прямо над головой; в тот же момент под органом зажгли газ, и деревянные конструкции загорелись. Вскоре мужчинам удалось потушить пожар, и церковь отделалась незначительными повреждениями.

Итак, в данном случае не было никаких оснований предполагать, что проводник молнии был каким-либо образом неисправен. Но примерно на полпути к вершине шпиля раздался перезвон восьми колоколов. К этим колоколам были прикреплены железные провода диаметром около восьмой доли дюйма, которые вели от колоколен вниз, на органный чердак, где они проходили на небольшом расстоянии от газовой трубы, вмонтированной в стену. Казалось бы, большая часть разряда была благополучно перенесена на землю громоотводом. Но часть ответвлялась от колоколен на шпилье, спускалась по железным проволокам и пробивалась на органный чердак, чтобы добраться до сети газовых труб, по которым спускалась на землю, расплавляя на своем пути мягкую свинцовую газовую трубу и зажигая газ.

Средство от этой опасности очевидно. Все большие металлические конструкции, используемые в конструкции здания — водостоки и желоба крыши, чугунные водосточные трубы, железные газо- и водопроводные сети — должны быть надежно соединены с громоотводом и, насколько это возможно, друг с другом. Соединенные таким образом, они обеспечивают непрерывную и эффективную линию проводов, безопасно спускающихся на землю; и вместо того, чтобы быть опасным соперником, они становятся полезным вспомогательным элементом громоотвода.

Однако я бы заметил, что громоотвод не следует соединять напрямую с мягкими свинцовыми трубами, которые обычно используются для подачи газа и воды в несколько частей здания. Такие трубы, как мы видели, подвержены расплавлению, когда значительная часть разряда молнии проходит через них; и, таким образом, может быть причинен большой вред, и здание может даже загореться при зажигании газа. Любой хороший результат будет достигнут, если проводник будет подсоединен металлическим способом к железным *магистральям* как внутри, так и снаружи здания.,,,

Изоляция громоотводов.—Часто задают вопрос, должен ли громоотвод быть изолирован от здания, которое он предназначен защищать. Я полагаю, что эта практика ранее рекомендовалась некоторыми авторами, и я заметил, что стеклянные изоляторы все еще нередко используются строителями при возведении громоотводов; но из принципов, которые я изложил вам сегодня, кажется очевидным, что любая изоляция такого рода, мягко говоря, совершенно бесполезна. Здание, подлежащее защите, само имеет электрическую связь с землей, и громоотвод, если он эффективен, также имеет электрическую связь с землей — следовательно, громоотвод и здание имеют электрическую связь друг с другом через землю, и любая попытка изолировать их друг от друга над землей - это всего лишь выброшенный на ветер труд.

Далее, я только что показал вам, что металлические массы, используемые в конструкции или отделке здания, должны быть электрически соединены друг с другом и с громоотводом. Теперь, если это будет сделано, громоотвод, по сути, напрямую соединен со зданием, а стеклянные изоляторы совершенно бесполезны. Опять же, само здание во время грозы становится сильно наэлектризованным из-за индуктивного действия облака и нуждается в разрядке через проводник точно так же, как окружающая земля нуждается в разрядке; следовательно, чем тщательнее оно соединено с проводником, тем эффективнее проводник будет выполнять свои функции.

Личная безопасность во время грозы.— Я полагаю, вряд ли найдется человек, которому в тот или иной момент не приходил в голову вопрос, что ему лучше всего сделать для обеспечения своей личной безопасности во время грозы. Этот вопрос представляет такой большой практический интерес, что, думаю, меня извинят, если я скажу о нем несколько слов, хотя, возможно, строго говоря, он несколько не относится к теме громоотводов.

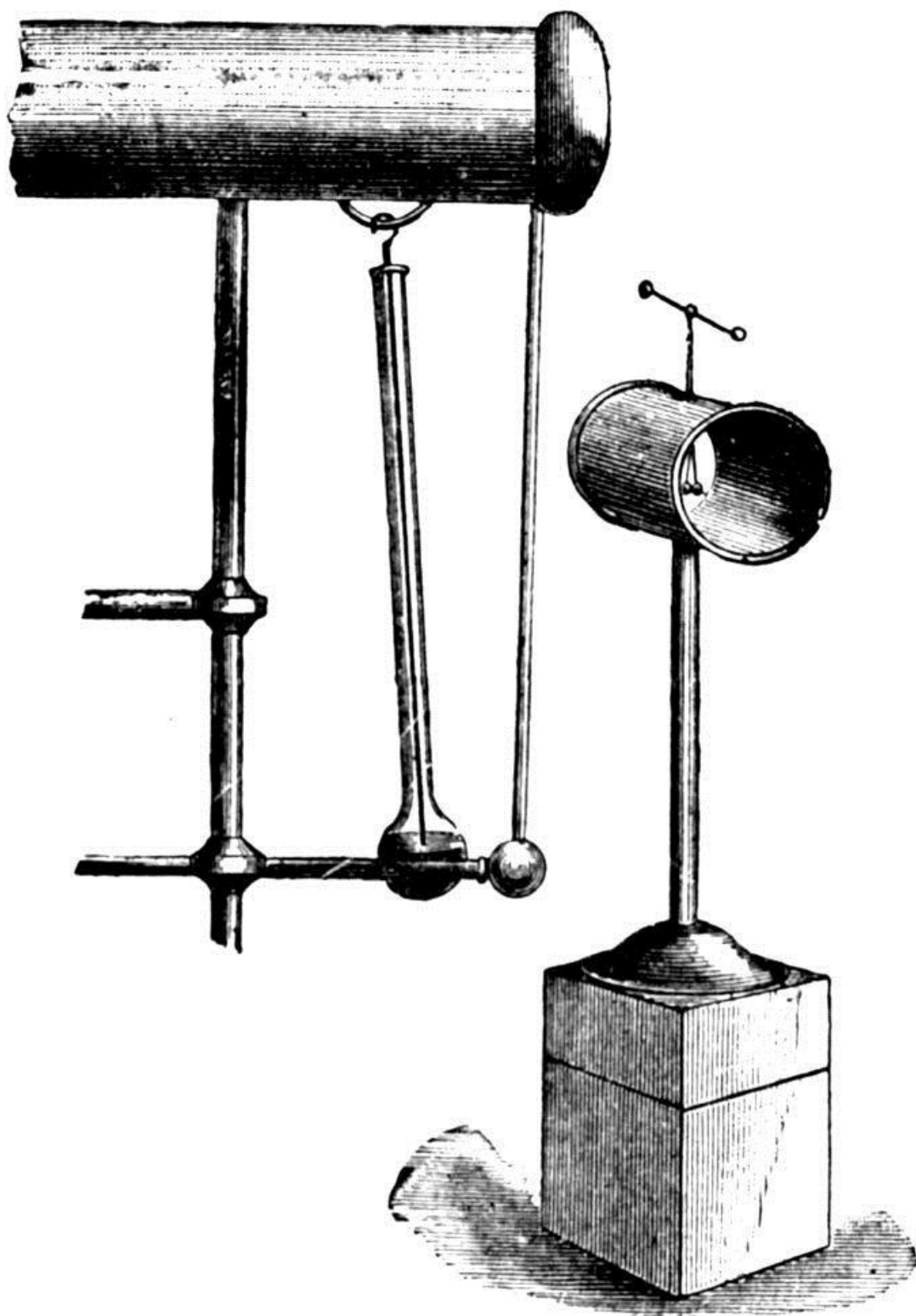
Вначале, возможно, я удивлю вас, сказав, что вы пользовались бы самой совершенной безопасностью, если бы находились в камере, полностью состоящей из металлических пластин, или в клетке, сооруженной из металлических прутьев, или если бы вы были закованы, подобно рыцарям древности, в полный комплект металлических доспехов. Этот вид защиты считается настолько совершенным среди ученых, что профессор Тейт, не колеблясь, рекомендует своим предприимчивым молодым друзьям, преданным делу науки, обзавестись легкими костюмами из меди и, защищенные таким образом, воспользоваться первой возможностью погрузиться в грозовую тучу, чтобы исследовать там, у ее источника, процесс образования молнии.[36]

Причина, по которой металлическое покрытие обеспечивает полную защиту, заключается в том, что при наэлектризовывании проводника весь электрический заряд находится на внешней поверхности проводника; и поэтому, когда происходит разряд, поражается только внешняя поверхность. Таким образом, если бы вы были полностью заключены в металлическое

покрытие, а затем заряжены электричеством в результате индуктивного действия грозовой тучи, то только металлическое покрытие претерпело бы какое-либо изменение электрического состояния; и когда вспышка молнии прошла бы, разрядилось бы только металлическое покрытие.

Позвольте мне показать вам очень красивый и интересный эксперимент, иллюстрирующий этот принцип: вот полый латунный цилиндр, открытый с торцов, установленный на изолирующей подставке. Снаружи установлен легкий латунный стержень с двумя пробковыми шариками, подвешенными к нему на льняных нитях. Два пробковых шарика также подвешены на льняных нитях к внутренней поверхности цилиндра. Вы знаете, что эти пробковые шарики будут указывать нам на электрическое состояние поверхностей, к которым они прикреплены. Если поверхность наэлектризована, прикрепленные к ней пробковые шарики будут разделять ее электрическое состояние и будут отталкиваться друг от друга; если поверхность нейтральная, прикрепленные к ней пробковые шарики будут нейтральными и останутся в состоянии покоя.

Теперь я подвергаю этот аппарат воздействию нашего грозового облака, то есть большого латунного проводника нашей машины. В тот момент, когда мой ассистент поворачивает ручку, по проводнику начинает вырабатываться электричество, и вы сразу видите эффект, оказываемый на латунный цилиндр. Пробковые шарики, прикрепленные к внешней поверхности, разлетаются на части; те, что прикреплены к внутренней поверхности, остаются в покое. И вот проходит искра; наше грозовое облако разряжается; индуктивное действие прекращается; пробковые шарики снаружи внезапно разрушаются, в то время как те, что внутри, никоим образом не затрагиваются.



ЗАЩИТА ОТ МОЛНИИ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ЗАМКНУТЫМ ПРОВОДНИКОМ.

Нет необходимости в том, чтобы латунный цилиндр был изолирован. Чтобы разнообразить эксперимент, я сейчас соединю его с землей цепочкой; вы увидите, что эффект будет точно

таким же, как и раньше. Вспышка за вспышкой проходит, пока машина продолжает работать; внешние пробковые шарики яростно летают, попеременно заряжаясь и разряжаясь; внутренние пробковые шарики все время остаются в состоянии покоя. Таким образом, вы ясно видите, что, если бы вы сидели внутри такой металлической камеры, как эта, или были покрыты полным комплектом металлической брони, вы были бы в полной безопасности во время грозы, независимо от того, была ли камера электрически соединена с землей или изолирована от нее.

Практические правила.— Но редко случается, что во время грозы под рукой оказывается железная хижина или полный комплект доспехов, и вы, естественно, спросите меня, что вам следовало бы делать при обычных обстоятельствах. Во-первых, позвольте мне сказать вам, чего вам не следует делать. Вам не следует укрываться под деревом, или под стогом сена, или с подветренной стороны дома; вам не следует стоять на берегу реки или близко к большому водоему. Находясь в помещении, вы не должны находиться рядом с камином или рядом с какими-либо дымоходами или дымовыми трубами; вы не должны стоять под газовым баллоном, свисающим с потолка; вы не должны оставаться рядом с газовыми или водопроводными трубами, а также с любыми большими металлическими конструкциями, использованными при строительстве здания или свободно лежащими.

Необходимость этих мер предосторожности достаточно очевидна из принципов, которые я уже изложил вам. Вы хотите предотвратить превращение вашего тела в звено в той разорванной цепи проводников, за которой, как мы видели, вероятно, последует электрический разряд между землей и облаком. Итак, дерево - лучший проводник, чем воздух; и ваше тело - лучший проводник, чем дерево. Следовательно, молния, выбрав путь наименьшего сопротивления, покинула бы воздух, чтобы пройти сквозь дерево, и покинула бы дерево, чтобы пройти сквозь вас. Подобная опасность подстерегала бы вас, если бы вы стояли с подветренной стороны стога сена или дома.

Число людей, которые теряют свои жизни, укрываясь под деревьями во время грозы, очень велико. В качестве одного примера из многих я могу привести следующий случай, о котором сообщалось в *"Таймс"* от 14 июля 1887 года: "Вчера на кладбище в Маунт-Плезант, в шестидесяти милях к северу от Нэшвилла, штат Теннесси, проводились похороны негритянки, когда разразилась буря, и толпа бросилась искать укрытия под деревьями. Девять человек стояли под большим дубом, в который ударила молния, убив всех, включая трех священнослужителей, а также мать и двух сестер похороненной девочки".

Опять же, каждый большой слой воды представляет собой практически отличный проводник, который обеспечивает очень идеальную среду для разряда между землей вокруг и облаками. Следовательно, когда над головой грозовая туча, слой воды, скорее всего, станет одним из концов линии разряда молнии; и если вы стоите рядом с ней, линия разряда может пройти через ваше тело.

Когда молния попадает в здание, она очень часто использует дымовую трубу для своего продвижения к земле, отчасти потому, что дымовая труба обычно является наиболее заметной частью здания, а отчасти потому, что из-за нагретого воздуха и сажи внутри дымохода она обычно является умеренно хорошим проводником. Поэтому, если вы находитесь в помещении,

вы должны держаться подальше от дымоходов; и по той же причине вы должны держаться как можно дальше от больших масс металла любого вида.

Указав на источники опасности, которых вы должны стараться избегать во время грозы, я почти исчерпал все практические советы, которые были в моем распоряжении. Но есть некоторые случаи, когда возможно не только избежать очевидных источников опасности, но и принять особые меры для вашей собственной безопасности. Так, например, на открытой местности, если вы стоите на небольшом расстоянии от леса, вы можете считать себя практически защищенным громоотводом. Ибо дерево своими многочисленными ветвями и листьями очень способствует тихому электрическому разряду, таким образом, полностью подавляя вспышку молнии; и если вспышка молнии все-таки произойдет, у нее гораздо больше шансов ударить в дерево, чем в вас, потому что дерево - гораздо более заметное тело и в целом обеспечивает более легкий путь к земле. Точно так же, если вы расположитесь рядом с высоким одиноким деревом, примерно в двадцати или тридцати ярдах от его самых длинных ветвей, вы окажетесь в сравнительной безопасности. Если гроза настигнет вас на открытой равнине, вдали от деревьев и зданий, вам будет безопаснее лежать плашмя на земле, чем стоять прямо.

В обычном жилом доме наилучшее расположение, вероятно, находится на среднем этаже, а наилучшее расположение в комнате - в середине этажа; при условии, конечно, что с потолка над или под вами не свисает газовый баллон. Строго говоря, *середина комнаты* была бы еще более безопасным местом, чем середина пола; и ничто не могло быть более совершенным, чем план, предложенный Франклином, - забраться в "гамак или кровать-качалку, подвешенную на шелковых шнурах и одинаково удаленную от стен со всех сторон, а также от потолка и пола, сверху и снизу". Недавно жителем Венесуэлы был зарегистрирован интересный случай, который замечательным образом иллюстрирует превосходство этого совета. "Молния, - говорит он, - ударила в *ранчо*— небольшой загородный дом, построенный из дерева и глины и покрытый соломой или крупными листьями, — где один мужчина спал в гамаке, другой лежал под гамаком на земле, а три женщины возились на полу; там также было несколько кур и свинья. Человек в гамаке не получил никаких травм, в то время как остальные четыре человека и животные были убиты".[37]

Но, поскольку я вряд ли могу надеяться, что многие из вас, когда действительно разразится гроза, найдут себе гамак, я бы порекомендовал, как более полезный в общем плане, другой план Франклина, который заключается в том, чтобы просто сесть на один стул посреди пола и положить ноги на другой. Это устройство приблизится почти к абсолютной безопасности, если вы примете дополнительные меры предосторожности, также упомянутые Франклином, и положите под стулья перину или пару волосяных матрасов.[38]

Безопасность обеспечивается громоотводами.—Возможно, вы были бы склонны поспешно заключить из примеров, которые я привел перед вами в ходе этой лекции, о зданиях, которые были поражены и серьезно повреждены молнией, хотя и снабженных громоотводами, что громоотвод обеспечивает очень несовершенную защиту жизни и имущества. Но такая идея полностью расходилась бы с имеющимися доказательствами по этому вопросу. Во всех случаях, на которые я ссылался, и во многих других, которые легко можно было бы привести,

ущерб был нанесен просто потому, что громоотводы не соответствовали одному или нескольким условиям, на которых я так настаивал. При соблюдении этих условий вспышка молнии либо вообще не обрушится на здание, либо, если она все-таки обрушится, она будет безвредна для земли.

Пожалуй, нет ни одного факта, который так убедительно напоминает о полной защите, обеспечиваемой громоотводами, как изменения, последовавшие за их внедрением в Королевский военно-морской флот. Я уже говорил вам, что в прежние времена ущерб, нанесенный молнией кораблям Королевского военно-морского флота, был регулярным источником расходов, ежегодно достигавшим нескольких тысяч фунтов стерлингов. Но после повсеместного внедрения громоотводов около сорока лет назад, благодаря неутомимым усилиям сэра Уильяма Сноу Харриса, этот источник расходов полностью исчез, и причинение вреда жизни и имуществу долгое время было практически неизвестно во флоте Ее Величества.

Однако я должен сказать, что испытания громоотводов на военно-морском флоте, хотя и продолжались достаточно долго, чтобы доказать их совершенную эффективность, в наши дни почти подошли к концу. Огромные железные чудовища, которые в недавнее время заняли место деревянных кораблей Старой Англии, совершенно независимы от громоотводов в обычном смысле этого слова. Их тяжелые мачты фактически являются громоотводами колоссальных размеров, а их неприглядные корпуса представляют собой, так сказать, земные плиты огромных размеров, находящиеся в идеальном электрическом контакте с океаном. Добавлять к таким конструкциям громоотводы обычного типа было бы не чем иным, как “расточительным и нелепым излишеством”.

Что касается зданий на суше, я могу сослаться на маленькую провинцию Шлезвиг-Гольштейн, о которой я уже говорил вам. По той или иной причине этот небольшой полуостров особенно подвержен грозам, и в последние годы он был в большем количестве снабжен громоотводами, чем, возможно, любой другой район равной протяженности в Европе. Теперь, в качестве простой иллюстрации защиты, обеспечиваемой этими громоотводами, я могу упомянуть, что 26 мая 1878 года над маленьким городком Утерсен разразилась сильная гроза. Пять вспышек молнии упали в разных частях города, но не причинили ни малейшего вреда, каждая вспышка была благополучно унесена на землю громоотводом. Кроме того, из записей страховой компании от пожара следует, что из 552 зданий, пострадавших от молнии в течение восьми лет — с 1870 по 1878 год — только в четырех были установлены громоотводы; и в этих четырех случаях при осмотре было обнаружено, что громоотводы были неисправны.^[39]

Было бы легко приумножить доказательства по этому вопросу. Но поскольку я уже зашел, боюсь, слишком далеко за пределы вашего терпения, я ограничусь тем, что скажу в заключение, что, согласно всем высшим авторитетам, как практическим, так и теоретическим, любое сооружение, снабженное громоотводом, надлежащим образом установленным в соответствии с принципами, которые я изложил вам сегодня, совершенно безопасно от молнии. Молния, действительно, может упасть на нее, но она пройдет безвредно для земли; и опыт более чем ста лет полностью оправдал простые и скромные слова великого изобретателя громоотводов: “Богу было угодно, в Его благодати к человечеству, наконец, открыть для них средства защиты своих жилищ и других построек от разрушения громом и молнией”.

ПРИМЕЧАНИЕ I.

НА ГРОМООТВОДЕ В БЕРЕХЕЙВЕНЕ.^[40]

Приятно знать, что громоотвод, упомянутый в моей лекции как прикрепленный к маяку в Берехейвене, был приведен в надлежащий порядок под лучшим научным руководством. Следующее интересное письмо профессора Тиндаля, появившееся в "*Таймс*" от 31 августа 1887 г., очень ясно излагает историю вопроса и полностью подтверждает взгляды, выдвинутые в моей лекции:

“Ваши недавние замечания о грозах и их последствиях побуждают меня представить вам следующие факты и соображения. Несколько лет назад в скальный маяк на побережье Ирландии ударила молния и повредила его. Был направлен инженер, чтобы доложить об этом происшествии; и, поскольку я тогда занимал почетный и ответственный пост научного консультанта Trinity House и Совета по торговле, отчет был представлен мне. Громоотвод был спущен с башни маяка, его нижняя оконечность была тщательно заделана в камень, проделанный специально для его установки. Если бы целью было вызвать удар молнии в башню, вряд ли можно было бы найти лучшее решение.

Я распорядился немедленно удлинить проводник и добавить к нему большую медную клеммную пластину, которая должна была быть полностью погружена в море. Очевидное удобство цепи в качестве продолжения проводника побудило власти Ирландии предложить это; но я был вынужден наложить вето на принятие цепи. Контакт звена со звеном никогда не бывает совершенным. Более того, рядом со мной был отрезок троса цепи, по которому прошел разряд молнии, и электричество, переходя от звена к звену, встречало сопротивление, достаточное для того, чтобы позволить ему частично расплавить цепь. Устранение сопротивления абсолютно необходимо при соединении громоотвода с землей, и это делается путем плотного встраивания в землю пластины из хорошего проводящего материала большой площади. Большая площадь компенсирует несовершенную проводимость земли. Пластина, по сути, представляет собой широкую дверь, через которую электричество свободно проходит в землю, что позволяет избежать его разрушительного воздействия.

“Эти истины элементарны, но ими часто пренебрегают. Некоторое время назад я с интересом наблюдал за операцией по установке громоотвода в доме моего соседа за городом. Проволочный трос, который составлял часть проводника, был спущен по стене и удобно уложен в земле внизу без какой-либо клеммной пластины. Я упрекал человека, который выполнял эту работу, но он, очевидно, думал, что знает об этом деле больше, чем я. Я достоверно проинформирован о том, что это обычный способ обращения с громоотводами невежественных практиков, и дворец епископа Винчестерского в Фарнхэме упоминался мне как здание, “защищенное” таким образом. Если мой информатор прав, то “защита” - это насмешка, заблуждение и ловушка.

ПРИМЕЧАНИЕ II.

СПРАВОЧНИКИ.

Поскольку некоторые из моих читателей, возможно, пожелают продолжить изучение молнии и громоотводов за пределами, которыми по необходимости должна быть ограничена популярная лекция, я прилагаю список книг, которые, как мне кажется, они могли бы счесть наиболее полезными для этой цели. Среди обычных учебников по физике - Jamin, Cours de Physique, том i., стр. 470-494; Маскар, Статистический анализ электричества, том ii., стр. 555-579; Де Ларив, Трактат об электричестве, в трех томах, Лондон, 1853-8, том iii., стр. 90-201; Даген, Физический анализ, том iii., стр. 209-280; Рисс, Die Lehre von der Reibungs— Электричитат, том ii., стр. 494-564; Мюллер-Пуйе, "Основы физики", Брауншвейг, 1881, том iii., стр. 210-225; Скотт, "Элементарная метеорология", глава x. Из многочисленных специальных трактатов и отдельных статей по этому предмету я бы порекомендовал "Инструкцию по применению паратоннеров в Академии наук", Часть i., 1823, Часть ii., 1854, часть iii., 1867, Париж, 1874; Араго, "Сюр ле Тоннер", Париж, 1837; также его Метеорологические очерки, переведенные Сабиной, Лондон, 1855; сэр Уильям Сноу Харрис, "О природе гроз", Лондон, 1843; также того же автора, "Трактат об электричестве трения", Лондон, 1867; и различные статьи о громоотводах, с 1822 по 1859 год; Томлинсон, "Гроза", Лондон, 1877; Андерсон, "Громоотводы", Лондон, 1880; Хольц, "Теория, объяснение и практика" Blitzableiter, Грайфсвальд, 1878; Вебер, Berichte über Blitzschläge в провинции Шлезвиг-Гольштейн, Киль, 1880-1; Тейт, Лекция о грозах, прочитанная в мэрии Глазго в 1880 году, Nature, vol. xxii.; Отчет конференции по громоотводу, Лондон, 1882. Этот последний упомянутый том дошел до нас с очень высоким авторитетом, поскольку представляет собой совместную работу нескольких выдающихся ученых, отобранных из следующих обществ: Метеорологического общества, Королевского института британских архитекторов, Общества инженеров-телеграфистов и электриков, Физического общества.

С тех пор, как вышеприведенное было напечатано, в "Электрике" за июнь и июль 1888 года были опубликованы две лекции профессора Оливера Лоджа, Ф.Р. С., прочитанные перед Обществом искусств, в которых излагаются некоторые новые взгляды на громоотводы, которые, по-видимому, заслуживают тщательного рассмотрения.

СНОСКИ:

[17] "Гроза", Чарльз Томлинсон, Ф. Р. С., Третье издание, стр. 153-4.

[18] Две лекции по атмосферному электричеству и защите от молнии, опубликованные в конце его Трактата об электричестве трения, стр. 273.

[19] См. Отчет конференции по громоотводам, стр. 119.

[20] *Loco citato*.

[21] Сэр Уильям Сноу Харрис, *loco citato*, стр. 274.

[22] *Id.*, стр. 275.

[23] "Гроза", Чарльз Томлинсон, Ф.Р.С., Третье издание, стр. 172.

[24] Ознакомьтесь с этими фактами, Андерсон, "Громоотводы", стр. 197; Томлинсон, "Гроза", стр. 167-9; Харрис, *loco citato*, стр. 273-4.

[25] См. Андерсон, "громоотводы", стр. 170-5.

[26] Гроза, стр. 158-9. Смотрите также отчет о четырех людях, которые пострадали на Маттерхорне в июле 1869 г., все они были ранены и никто не погиб: "Схватки Уимпера среди Альп", стр. 414, 415.

[27] См. Философские труды Королевского общества, 1773, стр. 42 и 1778, часть i, стр. 232; громоотводы Андерсона, стр. 40-2; Конференция по осветительным стержням, стр. 76-9.

[28] Посмотрите лекцию о грозах профессора Тейта из Эдинбурга, опубликованную в Nature, vol. xxii., стр. 365.

[29] Отчет конференции по громоотводам, стр. 4.

[30] Указанные здесь размеры в некоторых отношениях больше, чем те, которые "рекомендованы как минимум" в отчете конференции по громоотводам, стр. 6. Но те, кто знакомится с отчетом, заметят, что рекомендуемый минимум - это как раз тот размер, который, как утверждается в предыдущем параграфе отчета, был фактически расплавлен вспышкой молнии; и, следовательно, это, по-видимому, не очень безопасный минимум. Будет также видно, что в приведенных цифрах присутствует некоторая путаница и что они противоречат друг другу. Размеры железных стержней указаны в инструкциях, принятых Академией наук, Париж, 20 мая 1875 г.; Конференция по громоотводам, стр. 67-8.

[31] См. Письмо мистера Р. С. Ньюалла, Ф. Р.С., в "Таймс", 30 мая 1879 г.

[32] См. Nature, 12 июня 1879 г., т. xx., стр. 146.

[33] См. Письмо мистера Тоумса в Nature, том xx, стр. 145; также Конференция по громоотводам, стр. 210-15.

[34] См. Андерсон, "громоотводы", стр. 208-10.

[35] Смотрите Конференцию по громоотводам, стр. 208-10; смотрите также примечание в конце этой лекции, [стр. 52](#).

[36] Лекция о грозах, Природа, том. xxii., стр. 365, 437. См. также очень интересную статью покойного профессора Дж. Клерка Максвелла, прочитанную перед Британской ассоциацией в Глазго в 1876 году и перепечатанную в отчете Конференции по громоотводам, стр. 109, 110.

[37] Природа, том. xxxi., стр. 459.

[38] Смотрите дополнительную информацию по этому интересному вопросу в Отчете конференции по громоотводам, стр. 233-5.

[39] See "Die Theorie, die Anlage, und die Prüfung der Blitzableiter," von Doctor W. Holtz, Griefswald, 1878.

[40] См. [стр. 44](#).

ПРИЛОЖЕНИЕ.

НЕДАВНИЕ РАЗНОГЛАСИЯ ПО ПОВОДУ ГРОМООТВОДОВ.

Лекция о громоотводах, содержащаяся в этом томе, я думаю, в достаточной степени отражает теорию, полученную до сих пор по этому вопросу. Более того, это полностью согласуется с отчетом конференции по громоотводу, подготовленным в 1883 году комитетом из самых выдающихся людей, представляющих несколько отраслей науки, которые были специально отобраны для рассмотрения этого вопроса около десяти лет назад.

Лекции профессора Лоджа. Но в марте 1888 года профессор Оливер Лодж прочитал две лекции перед Обществом искусств в Лондоне, в которых этой теории был брошен прямой вызов, и она подверглась нападкам с убедительными аргументами, подкрепленными поразительными и оригинальными экспериментами. Эти лекции вызвали оживленную полемику, кульминацией которой стала официальная дискуссия на недавнем собрании Британской ассоциации в Бате. Обсуждение проходило с большим воодушевлением, и большинство ведущих представителей физической и механической науки приняли в нем активное участие. Большая часть этого тома была напечатана до проведения заседания Британской ассоциации. Но обсуждение теории громоотводов показалось мне настолько интересным и важным, что я счел правильным в виде Приложения дать некоторый отчет о рассматриваемых вопросах и выраженных по ним мнениях.

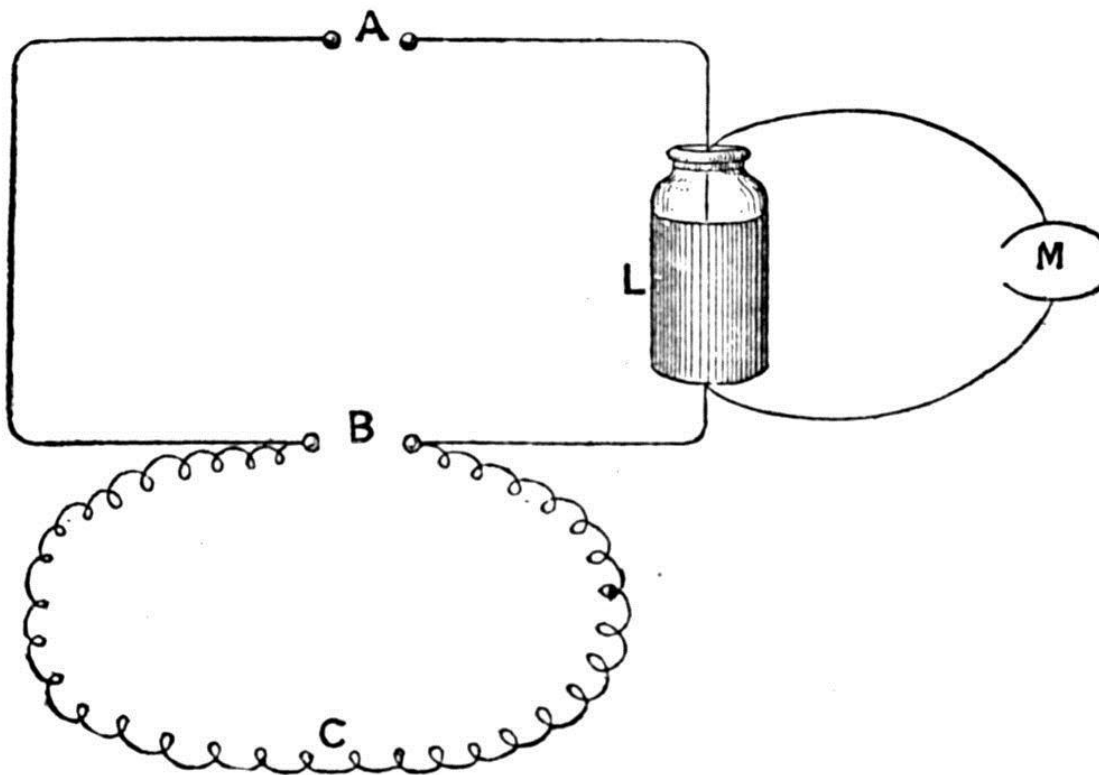
Профессор Лодж утверждает^[41], что принятая теория громоотводов допускает два возражения. Во-первых, он учитывает только проводящую способность громоотвода и не учитывает явление, известное как самоиндукция, или электрическая инерция. Во-вторых, предполагается, что все вещество громоотвода действует как проводник во всех случаях разряда молнии; тогда как есть основания полагать, что во многих случаях действительно вступает в действие только тонкая внешняя оболочка. Я остановлюсь на этих двух моментах отдельно.

Эффект самоиндукции.—Когда электрический разряд начинает проходить по проводнику, в проводнике на мгновение возникает обратная электродвижущая сила, которая препятствует его прохождению. Это явление одни называют самоиндукцией, другие - электрической инерцией; но его существование признают все. Теперь, когда вспышка молнии, так сказать, падает на громоотвод, создаваемая обратная электродвижущая сила очень значительна; и это может создать настолько сильное препятствие, что разряду будет легче пройти каким-либо другим путем, например, через каменные стены, деревянные конструкции и мебель здания.

Согласно этой точке зрения, препятствие, с которым сталкивается вспышка молнии в проводнике, частично состоит из сопротивления проводника, в обычном смысле слова сопротивление, и частично из обратной электродвижущей силы, обусловленной самоиндукцией. Сумму этих двух факторов профессор Лодж называет *полным сопротивлением* громоотвода; и он считает, что полное сопротивление может быть чрезвычайно велико, даже когда сопротивление в обычном смысле сравнительно невелико.

В подтверждение этой точки зрения он разработал следующий чрезвычайно остроумный и примечательный эксперимент. Большая лейденская банка L была устроена таким образом, что, получая постоянный заряд от электрической машины, она через определенные промежутки времени разряжалась через воздушное пространство в точке A между двумя латунными шариками. Затем перед разрядом было два альтернативных пути: один через проводящий провод C, другой через второе воздушное пространство между двумя латунными шариками в

точке В. Во время эксперимента два шарика в точке А находились на фиксированном расстоянии в один дюйм друг от друга; но расстояние между двумя шариками в точке В. варьировалось. Проводник С, использованный в первом случае, представлял собой прочную медную проволоку длиной около сорока футов с сопротивлением всего в одну сороковую ом.



ЭФФЕКТ ИНДУКЦИИ РАЗРЯДА В ЛЕЙДЕНСКОЙ БАНКЕ.

Электрическая машина М.

L Лейденская банка.

A B Воздушные промежутки между латунными ручками.

C Токпроводящий провод.

Было обнаружено, что при условии, что расстояние между ручками В составляло менее 1,43 дюйма, все разряды проходили между ручками в виде искры. Когда расстояние превысило 1,43 дюйма, все разряды прошли через проводник С, и искра между шариками В точке В. И когда расстояние составляло ровно 1,43 дюйма, разряд иногда происходил между ручками, а иногда проходил по проводнику С. Интерпретация, данная этим фактам, заключается в том, что препятствие, создаваемое проводником С, было примерно равно сопротивлению 1,43 дюйма воздуха; и предлагается назвать это расстояние, в соответствии с условиями эксперимента, *критическим расстоянием*.

Переходя теперь к применению этих результатов, профессор Лодж утверждает, что проводник С в его эксперименте представляет собой громоотвод безупречного качества; и все же в определенных случаях разряд отказывается следовать за проводником и предпочитает перескакивать значительное воздушное пространство, несмотря на огромное сопротивление, с которым он там сталкивается. Подобным образом, говорит он, вспышка молнии может в

определенных случаях покинуть громоотвод, установленный самым ортодоксальным образом, и пробиться к земле сквозь сопротивляющиеся массы каменной кладки и такие случайные проводники, которые могут встретиться на ее пути.

Он признает, что этот вывод полностью расходится с общепринятыми взглядами на этот предмет; но он утверждает, что он полностью согласуется с научной теорией электрического разряда. В тот момент, когда разряд начинает проходить по проводнику, он сталкивается с препятствием из-за самоиндукции; и это препятствие настолько велико, что неисправные проводники в целом обеспечивают более легкий путь к земле.

Вариация эксперимента.—Когда эксперимент был изменен путем замены использовавшейся вначале прочной медной проволоки тонкой железной, был получен очень любопытный результат. Выбранный провод был той же длины, что и медный, но имел сопротивление примерно в 1300 раз большее; фактически его сопротивление составляло 33,3 Ом. Тем не менее, в этом эксперименте, когда ручки В находились на расстоянии 1,43 дюйма, искра не проскочила, что показало, что разряд всегда проходил по линии проводника, и, следовательно, проводник создавал меньше препятствий, чем 1,43 дюйма воздуха. Затем ручки постепенно приближались все ближе и ближе; и только после того, как расстояние значительно сократилось, между ними начали пробегать искры. Когда расстояние составляло ровно 1,03 дюйма, разряд иногда проходил между ручками, а иногда и через проводник; следовательно, это было *критическое расстояние* в случае с железной проволокой. Таким образом, оказалось, что препятствие, создаваемое разряду железной проволокой, было намного меньшим, чем препятствие, создаваемое медью, причем одно из них равнялось сопротивлению всего 1,03 дюйма воздуха, а другое - 1,43 дюйма.

Не похоже, что профессор Лодж берется предложить какое-либо удовлетворительное объяснение этого результата. На основе своих различных экспериментов он пришел к выводу, что в случае внезапного разряда разница в проводящей способности между довольно хорошими проводниками практически не имеет значения; а разница в площади сечения имеет лишь незначительное значение. Но он не понимает, почему тонкая железная проволока должна иметь *меньшее* сопротивление, чем гораздо более толстая медная проволока. Он предлагает повторить эксперименты, чтобы подтвердить или модифицировать результат, который в настоящее время кажется ему аномальным.^[42]

Проводником служит только внешняя оболочка громоотвода.—Как следствие самоиндукции или электрической инерции, профессор Лодж утверждает, что разряд молнии в проводнике состоит из серии колебаний. Эти колебания следуют одно за другим с необычайной быстротой — их может быть сто тысяч в секунду, может быть миллион. Теперь было показано, что, когда ток начинается в проводнике, он начинается не сразу по всему его участку; он начинается снаружи, а затем постепенно, но быстро проникает внутрь. Из этого он делает вывод, что чрезвычайно быстрые колебания разряда молнии не успевают проникнуть внутрь проводника. Электричество продолжает перемещаться взад и вперед в поверхностном слое или внешней оболочке, в то время как внутреннее вещество стержня остается инертным и не принимает участия в действии. Таким образом, проводник будет наиболее эффективным средством отражения вспышки молнии, если он имеет максимально возможную поверхность; тонкая плоская лента будет более эффективной, чем стержень той же массы; а несколько отсоединенных проводов будут более эффективными, чем сплошной цилиндр. Что касается существующих громоотводов, то большая

часть их массы во многих случаях была бы совершенно неэффективна при отражении вспышки молнии.

Обсуждение.—Дискуссию на собрании Британской ассоциации открыл мистер Уильям Х. Прис, член Королевской полиции, электрик Почтового отделения, который утверждал, что под его контролем находится 500 000 громоотводов. Он выразил свое убеждение в том, что громоотвод, должным образом установленный и обслуживаемый, является идеальной защитой от повреждений молнией; и в подтверждение этого убеждения он очень настаивал на докладе Конференции по громоотводам. Этот отчет представлял собой зрелое суждение самых выдающихся ученых, посвятивших годы изучению этого вопроса; и он особенно хотел донести до участников совещания их ясное и решительное утверждение — утверждение, которое он был там, чтобы защищать, — что “не зарегистрировано ни одного достоверного случая, когда должным образом сконструированный проводник не справился со своими обязанностями”.

Новые взгляды, выдвинутые профессором Лоджем, в значительной степени основывались на его теории о том, что разряд молнии состоит из серии быстрых колебаний. Но к этой теории следует относиться с большой осторожностью. Она казалась не более чем выводом из определенных математических формул и не была подкреплена какой-либо прочной базой наблюдений или экспериментов. Кроме того, против этого было много фактов. Все они знали, что вспышка молнии намагничивает стальные стержни, выводит из строя компасы кораблей в море и передает сигналы по телеграфным проводам. Но такие эффекты не могли быть вызваны серией колебаний, которые, будучи равными и противоположными, нейтрализовали бы друг друга. Утверждалось, что эти быстрые колебания происходили при разряде лейденской банки. Это могло быть правдой и, вероятно, таковой и являлось; но они имели дело не с лейденскими банками, они имели дело со вспышками молний. Если и была какая-то аналогия между разрядом лейденской банки и вспышкой молнии, то ее можно было найти не во внешнем разряде, использованном профессором Лоджем в его экспериментах, а в разрыве стеклянного цилиндра между двумя покрытиями банки.

Лорд Рэлей считал, что эксперименты профессора Лоджа, вероятно, найдут важное практическое применение в громоотводах. Но хотя эти эксперименты были ценны как предложения, они не давали достаточного основания для принятия какой-либо новой системы защиты. Только благодаря опыту работы с самими громоотводами этот вопрос мог быть окончательно решен.

Сэр Уильям Томсон надеялся на большие плоды от дальнейшего исследования самоиндукции в случае внезапных электрических разрядов. Он горячо поощрял профессора Лоджа продолжать свои исследования, но не высказал определенного мнения по рассматриваемому вопросу. Между прочим, он заметил, что лучшая защита порохового погреба - это железный дом; вообще никакого громоотвода, но железная крыша, железные стены и железный пол. Конечно, на пол следует положить деревянные доски, чтобы предотвратить опасность возникновения искр от людей, идущих по листовому железу. Этот железный магазин можно было разместить на сухой гранитной скале или на влажной земле; его можно было даже разместить на фундаменте под водой; его можно было разместить где угодно; независимо от окружения, внутри было безопасно. Он считал, что это важный практический вывод, который можно безопасно сделать из рассмотрения этих электрических колебаний и экспериментов, связанных с ними.

Профессор Роулэнд из Университета Джона Хопкинса, Америка, сказал, что вопрос, по-видимому, заключается в том, действительно ли эксперимент профессора Лоджа отражает случай с молнией. Он был очень склонен думать, что это не так. В эксперименте почти вся цепь состояла из хороших проводников, тогда как в случае молнии путь разряда по большей части пролегал по воздуху, и поэтому это могло быть совершенно другое явление. Поскольку воздух является очень плохим проводником, вспышка молнии, возможно, могла бы состоять не из колебаний, а скорее из одного взмаха. Более того, было совсем не ясно, что длина искры в эксперименте могла быть принята за меру препятствия, создаваемого проводником. Профессор Джордж Форбс был сильно впечатлен красотой и значимостью экспериментов профессора Лоджа, но он не считал результат настолько очевидным, чтобы оправдывать отказ от принципов, изложенных Конференцией по Громоотводу.

Г-н де Фонвиль из Парижа поддержал точку зрения г-на Приса. Он привел в пример Париж, где в соответствии с общепринятыми принципами было возведено достаточное количество громоотводов, и бедствия от молнии были практически неизвестны. Он предположил, что Эйфелева башня, которую они сейчас строят и которая будет поднята на высоту тысячи футов, предоставит непревзойденную возможность для экспериментов с громоотводами.

Сэр Джеймс Дуглас, главный инженер корпорации Trinity House, имел большой опыт работы с башнями-маяками. Громоотводы на этих башнях устанавливались и обслуживались в течение последних пятидесяти лет исключительно по совету Фарадея. Они никогда не попадали в серьезную аварию; а те незначительные аварии, которые время от времени происходили, всегда были связаны с каким-нибудь дефектом проводника. Теперь они установили более жесткую систему досмотра, и он, например, должен был чувствовать себя в полной безопасности в любой башне, где применялась эта система.

Мистер Саймонс, Ф.Р.С., секретарь Метеорологического общества, принимал участие в дискуссии о громоотводах еще в 1859 году. Всю свою жизнь он увлекался исследованием обстоятельств каждого случая, с которым он сталкивался, когда ущерб был нанесен молнией, и общее впечатление, оставленное его исследованиями, полностью совпадало с мнениями, только что высказанными сэром Джеймсом Дугласом. Он был участником Конференции по громоотводам и редактором их доклада; и он хотел выразить свой протест против идеи отвергнуть все, что до сих пор делалось в связи с громоотводами, на основании простых лабораторных экспериментов.

Профессор Лодж в ответ сказал, что он прекрасно понимает позицию тех, кто считает, что правильно установленный громоотвод никогда не перестает выполнять свои обязанности, потому что всякий раз, когда он выходит из строя, они говорят, что он был неправильно установлен. Большим ресурсом в таких случаях было приписать неудачу плохому контакту с землей. Он считал, что хороший контакт с землей - это очень хорошо, но он не мог понять, почему ему следует придавать такое чрезвычайное значение. Громоотвод имеет два конца — земной и небесный, - и он не понимал, почему хороший контакт более необходим на одном конце, чем на другом. Если нескольких острых точек, торчащих из проводника, было достаточно для хорошего контакта с небом, почему их было недостаточно также для хорошего контакта с землей?

Кроме того, хотя плохой контакт с землей мог бы объяснить, почему в земле, где существовал плохой контакт, должно происходить определенное разрушение, он не понимал, как это

объясняет вспышку, отлетающую вбок на полпути по проводнику. Опять же, что означает плохой контакт заземления? Если инженер-электрик обнаружит сопротивление в сто Ом, он справедливо объявит, что контакт заземления действительно очень плохой. Но почему вспышка молнии должна покидать проводник с сопротивлением в сто Ом, чтобы следовать по линии непроводников там, где она встречает сопротивление во много тысяч Ом?

Он согласился с утверждением мистера Приса о том, что вся его теория зависит от существования колебаний в разряде молнии; но были веские основания полагать, что они существуют, поскольку было доказано, что они существуют при разряде лейденской банки. Мистер Прис возразил, что колеблющийся разряд не может вызывать магнитных эффектов, как это, как известно, делает вспышка молнии. Он признался, что не может объяснить, как колеблющийся разряд вызывает такие эффекты;^[43] но в том, что он может их вызывать, не было никаких сомнений, поскольку разряд лейденской банки вызывает магнитные эффекты, и у нас есть наглядная демонстрация того, что разряд лейденской банки является колеблющимся разрядом.

Что касается заверений, которые мы получили от инженеров-электриков в том, что правильно установленный громоотвод никогда не выходит из строя, он хотел бы спросить их, каким образом 1 июня прошлого года молния подожгла отель де Вилль в Брюсселе. Система громоотводов в этом здании была возведена в соответствии с общепринятой теорией и рассматривалась авторами по этому вопросу как самая совершенная в Европе. Если бы не последовало какого-либо объяснения его неисправности, мы больше не могли бы рассматривать громоотводы как совершенную защиту от опасности.

Председатель секции А, профессор Фитцджеральд, подводя дискуссию к концу, заметил, что одним из результатов этой встречи будет пробуждение нового интереса к явлениям статического электричества и его практическим применениям. Сам он был склонен думать, что эксперименты профессора Лоджа не совсем аналогичны случаю со вспышкой молнии. Сравнивая разряд лейденской банки со вспышкой молнии, они должны искать аналогию не столько во внешнем разряде через ряд проводников, сколько, как заметил мистер Прис, в разрыве стекла между двумя покрытиями банки. Что касается колебаний разряда в Лейденской банке, то он не считал, что такие колебания вообще необходимы для объяснения явлений, наблюдаемых в экспериментах. Многие из результатов, которые, по мнению профессора Лоджа, потребовали бы нескольких миллионов колебаний в секунду, были бы получены одним разрядом продолжительностью в миллионную долю секунды. Улучшения, возможно, были возможны в нашей нынешней системе громоотводов, но практический опыт показал, как бы мы ни рассуждали по этому поводу, что в целом громоотводы были отличной защитой человечества от опасностей, связанных с молнией.

Краткие сведения.— Сейчас я попытаюсь подвести итоги этой интересной дискуссии и кратко изложу выводы, которые, как мне кажется, можно из нее сделать. Во-первых, я хотел бы напомнить моим читателям, что громоотвод выполняет две функции. Его первая функция состоит в том, чтобы способствовать постепенному, но быстрому выделению электричества по мере его выработки и, таким образом, предотвращать такое накопление, которое могло бы привести к вспышке молнии. Его вторая функция - передавать вспышку молнии, когда она действительно появляется, безвредную для земли. Итак, новые взгляды, выдвинутые профессором Лоджем, никоим образом не ставят под сомнение эффективность громоотводов в

отношении их первой функции; и очевидно, что чем большее количество громоотводов распределено по данной площади, тем совершеннее будет выполняться эта функция. Это вопрос огромной практической важности, который, как мне показалось, в какой-то степени был упущен из виду в ходе обсуждения.

Во—вторых, высшие авторитеты практически признали, что эксперименты и рассуждения профессора Лоджа дают веские основания для пересмотра общепринятой теории громоотводов в отношении их второй функции - проведения молнии, безвредной для земли. Но, несомненно, существовало общее мнение, что было бы опрометчиво сразу отбрасывать общепринятую теорию на основании лабораторных экспериментов, проведенных в условиях, сильно отличающихся от тех, которые действительно существуют при разряде молнии. Требуется эксперименты в более широком масштабе; и, по возможности, эксперименты с самими громоотводами.

В-третьих, свидетельства инженеров-электриков, имеющих большой опыт работы с громоотводами, кажутся почти единодушными в том, что громоотвод, установленный и обслуживаемый в соответствии с условиями, предписанными Конференцией по громоотводам, обеспечивает идеальную защиту. Конечно, было прискорбно, что Отель де Вилль в Брюсселе, который считался самым защищенным зданием в Европе, пострадал от удара молнии всего за два месяца до проведения обсуждения; но из этой катастрофы нельзя сделать никаких определенных выводов, пока мы точно не узнаем, при каких условиях она произошла.

Итак, дело остается в силе и ожидает дальнейшего расследования.

СНОСКИ:

[41] Смотрите его Лекции, опубликованные в "*Электрике*" от 22 июня, 29 июня, 6 июля и 13 июля 1888 года.

[42] См. статью, прочитанную на собрании Британской ассоциации в Бате в 1888 году, опубликованную в "*Электрике*", стр. 607. 14 сентября.

[43] Посмотрите на очень оригинальную гипотезу для объяснения этого явления, предложенную профессором Юингом в "*Электрике*", стр. 712. 5 октября 1888 года.

Примечания переписчика

Исправлены ошибки и пропуски в пунктуации.

Страница 11: “непрерывное воздействие” заменено на “непрерывное впечатление”

Страница 41: “полная проводящая мощность” заменено на “полная проводящая мощность”

Страница 44: “it-база” изменено на “ее база”

Страница 58: “следуйте друг за другом” изменено на “следуйте друг за другом”